EDUARDO FISCHMANN

O PAPEL DA ENGENHARIA LOCAL DOS FORNECEDORES DE AUTOPEÇAS E A
INTEGRAÇÃO COM AS MONTADORAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Dissertação para apresentação à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo como parte dos pré-
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Engenharia.

São Paulo
2007

EDUARDO FISCHMANN

O PAPEL DA ENGENHARIA LOCAL DOS FORNECEDORES DE AUTOPEÇAS E A
INTEGRAÇÃO COM AS MONTADORAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Dissertação para apresentação à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo como parte dos pré-
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Engenharia.

Área de concentração:

Engenharia de Produção - TTO

Orientador:

Prof. Dr. Mauro Zilbovicius

São Paulo
2007

FICHA CATALOGRÁFICA

Fischmann, Eduardo

O papel da engenharia local dos fornecedores de autopeças e a integração com as montadoras no desenvolvimento de produtos / E. Fischmann. -- São Paulo, 2007.
130 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Engenharia – Brasil 2.Indústria automobilística 3.Auto-peças 4.Desenvolvimento de produtos 5.Chicotes e painéis I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

Aos meus Pais, meu Irmão e a Thaís.
Grandes incentivadores e inspiradores
deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Esta sessão eu gostaria de iniciar esta sessão com um especial agradecimento ao Prof. Mauro, que pacientemente me orientou de maneira segura e direta para a concretização deste trabalho e agüentou uma série de questionamentos inacabáveis. Obrigado!

Gostaria também de agradecer aos conselhos e ponderações da Profa. Ana Valéria e do Prof. Roberto em minha qualificação, eles foram muito úteis! Ao Prof. Roberto também gostaria de agradecer o companheirismo durante o congresso do Gerpisa.

Aos professores Fleury, Renato Garcia, Ary Plonsky, Paulo Cauchic e Dario por suas contribuições em suas disciplinas ministradas. Ao Prof. Fleury especialmente eu gostaria de agradecer aos conselhos e atenção dedicada nas aulas.

A todo o pessoal das secretarias e biblioteca, por todas as informações prestadas e em especial a Lúdia e a Vera.

A todos os entrevistados e empresas que participaram desta pesquisa por serem fundamentais. À Lilian que fez a “ponte” para o caso da empresa “Copa”.

Ao pessoal do meu trabalho que me possibilitaram a oportunidade de realizar esta dissertação, em especial ao Dib e aos conselhos e atenção do Davanzo, Celso, e Capi. Agradeço também ao Valdir e a todos aqueles que dedicaram do seu tempo para conversas e discussões a respeito do tema. Ao Gábor por me envolver em diversos trabalhos que direta ou indiretamente contribuíram para formação de “massa cinzenta” aplicada neste trabalho.

E finalmente aos meus Pais, Adalberto que sempre me incentivou e Roseli que além de tudo virou minha “revisora oficial” de um tema inicialmente desconhecido. Ao meu irmão Filipe por todo o apoio nos momentos de fim de disciplinas e da redação final. A Thaís por todo o amor, companheirismo, apoio, dedicação e paciência que foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

RESUMO

Esta dissertação tem um caráter profundamente exploratório, buscando estabelecer hipóteses consistentes sobre o processo de transferência do desenvolvimento de alguns produtos da montadora para seus fornecedores, avaliando o aproveitamento e o aprimoramento das capacidades da engenharia nacional, assim como fatores que facilitam ou dificultam este movimento. Compõe-se de duas partes interligadas e complementares: uma revisão teórica e um estudo de campo. Para estabelecer a base teórica da investigação, foram levantados diversos estudos, em particular sobre montadoras e sobre fornecedores, sendo a seguir definido o problema a ser estudado. Considerando a complexidade do problema da pesquisa, situado em um universo dinâmico, com entrelaçamentos que dificultam identificar o foco de forma isolada, foram definidas as hipóteses preliminares, definindo-se também a adequação da utilização de dois procedimentos empíricos principais. Um procedimento foi o levantamento de fontes documentais do setor, trabalhando com dados qualitativos e quantitativos, inclusive estatísticos. O outro procedimento foi o estudo de múltiplos casos; foram estudados os casos de duas sistemistas, sendo um referente aos sistemas de distribuição eletro-eletrônicos (“chicotes”) e outro ao painel completo de veículos, sendo que ambos se desdobram, internamente, em subcasos. Apresenta-se como vem ocorrendo o desenvolvimento de produtos na indústria automotiva, suas fases e desafios. São abordadas algumas práticas de desenvolvimento de produtos mundiais e o papel dos fornecedores. É tratado o desenvolvimento de produtos na indústria automotiva brasileira, buscando compreender o papel da engenharia dos fornecedores com presença local e suas relações, sempre que possível apresentando paralelos com a indústria global e suas dinâmicas de desenvolvimento. Os estudos de caso são utilizados para analisar algumas áreas em que os fornecedores locais têm competências e autonomia, do ponto de vista técnico, para proceder no desenvolvimento de novos produtos para as montadoras, tanto no Brasil como no exterior. São exploradas as relações entre as empresas, qual a participação da montadora, e quais razões têm favorecido, ou não, o papel local dos fornecedores. É apresentada também uma análise de diferenças e similaridades entre os casos. Os resultados levaram à reelaboração das hipóteses preliminares de forma mais consistente, e sinalizaram que, embora a utilização da engenharia nacional dos fornecedores venha aumentando, poderia ser melhor utilizada, dando ao Brasil um papel mais relevante frente a países de engenharia emergente. Contudo, os casos apontam que, ao contrário, essa competência da engenharia local tem sido utilizada fora do país, mas apenas pela presença de engenheiros brasileiros individualmente, levando seu potencial para desenvolver a engenharia de outros centros estrangeiros.

Palavras-chave: Engenharia brasileira. Setor automotivo. Autopeças. Desenvolvimento de produtos. Chicotes e painéis.

ABSTRACT

This master thesis is profoundly exploratory, in search of establishing consistent hypotheses on the transference of the product development process of some products from the OEMs to their suppliers, evaluating the good use and improvement of national engineering competencies, as well as factors which facilitate or difficult such a movement. It is composed by two interconnected and complementary parts: a theoretical revision and a field study. Aiming at to establish the theoretical basis to the investigation, a variety of studies has been gathered and studied, particularly those related to OEMs and suppliers, making then possible to define the problem to be studied. Considering the complexity of the problem, posed in a dynamic universe, presenting interconnections which difficult to isolate the focus of the research, preliminary hypotheses were proposed, also defining the use of two main empirical proceedings. One is the search for documental sources attached to the automotive sector, working with qualitative and quantitative data, including statistical information. The other is multiple-case studies, taking the cases of two systems suppliers, one related to the electrical-electronic distribution systems (wiring harness) and the other to vehicles cockpit panel; both of them are multiplied in sub-cases. It is presented how the product development in the automotive sector has been occurring, its phases and challenges. Some of the practices in the development of world products and the role of suppliers are also approached. The product development in the Brazilian automotive sector was also approached, aiming at bringing some contribution to the understanding of the role of the suppliers engineering that has local presence and their relations, also presenting possible parallels to the global industry and its dynamics of development. The case studies were directed to analyze some areas in which the local suppliers have competencies and autonomy, in technical terms, to proceed in developing new products to the OEMs, in Brazil and abroad. Then this study seeks to explore the relations among companies, what is the participation of the OEMs, and what reasons have favored, or not, the local role of the suppliers. An analysis of differences and similarities between the cases is presented as well. The results guided to the reelaboration of the preliminary hypotheses into more consistent ones. They also pointed out that, although the good use of national engineering has been improving, it might be better used in the development of products, promoting a better role for Brazil in face of countries with emergent engineering. However, the cases point out to the fact that the national engineering competencies have been more used by means of the presence of Brazilian engineers just alone as individuals, taking their potential to develop the engineering of other foreigner centers.

Keywords: Brazilian engineering. Automotive sector. Autoparts. Product development. Wiring harness and Cockpit panel.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama de foco metodológico do trabalho.....	16
Figura 2 - Tipologia das competências tecnológicas em desenvolvimento de produtos das montadoras no Brasil.....	29
Figura 3 - Diagrama de desenvolvimento de produtos.....	34
Figura 4 - Diagrama de desenvolvimento de produtos focando o lado fornecedor-montadora.....	36
Figura 5 - Custos comparativos de Engenharia.....	43
Figura 6 - Esquema simplificado da distribuição eletroeletrônica.....	48
Figura 7 - Projeção 3D de um chicote de motor.....	56
Figura 8 - Processo de desenvolvimento de produtos da Forsis.....	57
Figura 9 - Relações no desenvolvimento de chicotes.....	59
Figura 10 – Relações simplificadas no desenvolvimento dos chicotes da Meriva	71
Figura 11 - Evolução das competências em desenvolvimento de produtos.....	89
Figura 12 - Esquema das relações entre as engenharias no desenvolvimento do painel do Accelo.....	92
Figura 13 - Esquema das interações do painel com outros componentes.....	99
Figura 14 - Produção de veículos no grupo de países do BRIC.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.2.1 - Entrevistados e entrevistas realizadas, segundo cada empresa....	19
Tabela 2.2.1 - Características dos consumidores do Brasil e da Europa para um modelo compacto.....	27
Tabela 2.3.1 - Patentes depositadas pelas Montadoras que atuam no Brasil.....	35
Tabela 2.4.1 - Ranking tecnológico do setor automotivo.....	39
Tabela 3.1 - Principais componentes dos chicotes.....	58
Tabela 3.1.9 - Volume de produção da Meriva no Brasil e na Espanha.....	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos da dissertação	13
1.2 Metodologia empregada	15
1.3 Hipóteses Preliminares	21
2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.....	23
2.1 Fases do desenvolvimento de produtos na engenharia automotiva	23
2.2. O produto global	25
2.3.Desenvolvimento de produtos e capacitações da engenharia automotiva brasileira	28
2.4. O papel dos fornecedores no processo de desenvolvimento	37
2.5. Prazos e custos de engenharia.....	40
3. Estudos de caso.....	44
3.1. Empresa Forsis e os sistemas de distribuição eletro-eletrônicos (Chicotes)	45
3.1.1 O desenvolvimento dos sistemas de distribuição eletro-eletrônicos.....	47
3.1.2 A origem do desenvolvimento de chicotes na Forsis.....	49
3.1.3 A estrutura do desenvolvimento de chicotes no Brasil	51
3.1.4 Os tipos de desenvolvimento de chicotes.....	52
3.1.4.1 O desenvolvimento de acordo com as especificações do cliente.....	53
3.1.4.2 A tropicalização	54
3.1.5 O Papel do fornecedor de segunda camada – Tier 2.....	57
3.1.6 O desenvolvimento de conectores como Tier 2.....	60
3.1.7 As ferramentas de projeto de um chicote	62
3.1.8 As alterações de engenharia.....	63
3.1.9 O desenvolvimento dos chicotes do Meriva.....	66
3.1.10 O desenvolvimento dos chicotes do novo Vectra e a nova versão do Corsa ou “quem vê cara não vê coração”.	74
3.1.11 A participação da engenharia brasileira em projetos do exterior e suas limitações	76
3.1.12 A propriedade intelectual e a inovação nos chicotes	81
3.1.13 As competências na área de chicotes em uma montadora.....	83
3.2. O caso da Empresa Copa	86
3.2.1 A capacidade de desenvolvimento local	87
3.2.2 Origem da competência.....	88
3.2.3 O caso do Mercedes Benz Accelo.....	90
3.2.4 O relacionamento com a montadora	93
3.2.5 Trabalhos desenvolvidos para o exterior.....	95
3.2.6 O desenvolvimento do painel do Ford EcoSport	97
3.2.7 O desenvolvimento com outros fornecedores.....	98

3.2.8 A ausência de um instituto dedicado a testes do setor automotivo.....	100
3.3 Diferenças e similaridades dos casos	101
3.3.1 Origem das empresas	101
3.3.2 O <i>spin off</i>	102
3.3.3 Os produtos dos casos	103
3.3.4 A relação com as montadoras e fornecedores.....	104
3.3.5 Os projetos com desenvolvimento local.....	105
3.3.6 A participação em projetos do exterior	106
3.3.7 A influência do volume na engenharia.....	107
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	110
REFERÊNCIAS	119
ANEXO A - Roteiro utilizado para as entrevistas	123
ANEXO B -. Tamanho de mercado no Brasil e no Mundo de algumas montadoras	125
ANEXO C - Aumento do comprimento dos cabos e quantidade de circuitos.	126
ANEXO D -. O desenvolvimento do Mercedes Benz Accelo.....	127

1 INTRODUÇÃO

O setor automotivo, tão amplo e envolvido por fatores econômicos, políticos e sociais, acaba influenciando de forma particular a engenharia nacional. Para compreender a influência específica na engenharia é necessário compreender como tem se dado o desenvolvimento de produtos e a evolução das capacitações da engenharia automotiva brasileira, assim como o papel dos fornecedores no processo de desenvolvimento.

Este trabalho apresenta-se como um estudo exploratório e compõe-se de duas partes interligadas e complementares: uma revisão teórica e um estudo de campo, envolvendo estudos de múltiplos casos. Está organizado de forma a apresentar, primeiramente, como vem ocorrendo o desenvolvimento de produtos na indústria automotiva, quais são suas fases, e desafios. Serão abordadas algumas práticas de desenvolvimento de produtos mundiais e o papel dos fornecedores. Estes desafios, bem como as estruturas de engenharias globais, acabam influenciando tanto positiva como negativamente o progresso do desenvolvimento de produtos pela engenharia local.

Em seguida, o foco será o desenvolvimento de produtos na indústria automotiva brasileira, sempre que possível com paralelos com a indústria global e suas dinâmicas de desenvolvimento. Neste capítulo será abordado o papel dos fornecedores locais, bem como suas relações com outras partes do processo, tanto no Brasil, como no exterior.

Os estudos de caso serão utilizados para analisar algumas áreas em que os fornecedores locais têm competências e autonomia, do ponto de vista técnico, para proceder ao desenvolvimento de novos produtos para as montadoras, tanto no Brasil como no exterior. Nestes casos serão exploradas as relações entre as empresas, qual a participação da montadora, e quais razões favoreceram, ou não, o papel local dos fornecedores.

Quanto à organização do texto, o capítulo um, “Introdução”, apresenta objetivos, metodologia e procedimentos metodológicos, bem como hipóteses preliminares da pesquisa.

O capítulo dois, “Desenvolvimento de produtos na indústria automotiva”, faz revisão teórica do tema, trazendo também dados sobre a situação brasileira.

O capítulo três traz os estudos de casos, apresentando duas sistemistas, a Forsis e a Copa, trabalhando “subcasos” no interior de cada uma delas. Analisando comparativamente os resultados obtidos, apresenta as diferenças e similaridades entre os casos.

O capítulo quatro traz as considerações finais junto com conclusões que resultaram da investigação, procurando atender à proposta original do trabalho, ou seja, a de que os resultados da pesquisa possam validar, ou não, as hipóteses preliminares propostas. Ali também são discutidos pontos referentes às limitações do trabalho e pistas ou subsídios para trabalhos futuros.

Um grupo de anexos, que fundamentam algumas análises apresentadas ao longo do trabalho, é apresentado ao final em complemento, buscando oferecer uma visão mais específica de campo tão complexo e rico em elementos, como é o da transferência de desenvolvimento para a engenharia local, pelas montadoras.

1.1 Objetivos da dissertação

Esta dissertação tem um caráter profundamente exploratório, buscando estabelecer hipóteses consistentes sobre o processo de transferência do desenvolvimento de alguns produtos da montadora para seus fornecedores, avaliando o aproveitamento e o aprimoramento das capacidades da engenharia nacional, assim como fatores que facilitam ou dificultam este movimento. Ao final, pretende-se que as hipóteses preliminarmente apresentadas possam ser aceitas, rejeitadas ou reestruturadas para serem desenvolvidas e aprofundadas em um futuro trabalho.

1.1.2 Problema da pesquisa

Nesta dissertação o foco será entender, nos casos estudados, a relação montadora-fornecedor e o papel desempenhado pela engenharia nacional. Para buscar entender esta relação foi feita a seguinte questão de pesquisa:

Qual a participação da engenharia brasileira dos fornecedores, no processo de transferência de desenvolvimento das montadoras para os sistemistas?

Através desta questão pretende-se abordar o quanto a engenharia nacional está se desenvolvendo no principal elo de desenvolvimento do setor automotivo, mais especificamente, do ponto de vista do fornecedor. Conforme abordado por diversos autores, cada vez mais os fornecedores vão ganhando importância no processo de desenvolvimento de novos produtos junto com as montadoras (CLARK e FUJIMOTO, 1991; WOMACK et alli, 1997; SALERNO et alli, 2002; TOLEDO et alli, 2002). Nesses, a maior incidência de atividades de desenvolvimento está justamente nos fornecedores de primeira camada¹, ou seja, os fornecedores diretos das montadoras, principalmente nos fornecedores de sistemas completos, também chamados de sistemistas.

Acontece que no Brasil, após uma intensa atividade de desnacionalização ocorrida nos anos 1990, as empresas sistemistas são, quase em sua totalidade, de capital 100% estrangeiro. Como exemplo, em 2005, somente 12,3% do faturamento do setor de autopeças veio das empresas de capital nacional, que numericamente representam 56,5% do total de empresas associadas ao Sindipeças (SINDIPEÇAS, 2006). Um dos motivos desta desnacionalização pode ser creditado a uma falta de presença global junto às principais operações das montadoras (AUTODATA, 2002), fato que excepcionalmente não ocorreu com a empresa Sabó, que se internacionalizou, com operações nos EUA e Europa. Aparentemente estas empresas transnacionais, que são grandes *players* mundiais, realizam a maior parte do desenvolvimento em suas matrizes e deixam para a engenharia local somente algumas

¹ Os fornecedores de primeira camada são também usualmente chamados dentro do setor de “Tier1”, assim como os de segunda e terceira camada, respectivamente de “Tier2” e “Tier3”.

atividades de desenvolvimentos específicos para o mercado da região e a área de engenharia de aplicação.

Com esta pesquisa, pretende-se analisar alguns casos em que a engenharia nacional é realmente aproveitada para desenvolver um novo produto ou conhecimento, que eventualmente até podem ser utilizados em outras regiões. Nestes casos de utilização de criação nacional, pretende-se identificar quais as razões desta atividade de engenharia ser feita localmente.

Vale lembrar que durante o período em que o mercado ficou fechado, por questões protecionistas, até o início dos anos 1990, havia uma grande capacidade de desenvolvimento de produtos pela engenharia nacional. Este período teve como aspecto positivo para o setor o desenvolvimento das competências da engenharia local, que apesar de não ser a mais atual, era suficiente para atender as necessidades regionais. O próprio setor de autopeças, no início, segundo Addis, pode ser considerado como a “força motriz para a consolidação e o desenvolvimento do setor automotivo” (ADDIS, 1997, p.134). Durante este momento algumas empresas nacionais se destacaram em engenharia, como por exemplo, a Cofap, a Metal Leve e a Varga, que depois vieram a ser absorvidas e até divididas por grandes grupos estrangeiros.

1.2 Metodologia empregada

O estudo do processo de transferência de desenvolvimento das montadoras para os sistematistas na engenharia automotiva brasileira é relativamente inexplorado, sendo mesmo possível afirmar que é área que está em processo de construção de teoria. Toledo et alii (2002, p.139) afirma que:

(...) praticamente não existem na literatura estudos empíricos sobre a adoção de formas de desenvolvimento de produto conjunto [entre montadoras e fornecedores] no setor automotivo brasileiro. A grande maioria dos estudos trata das realidades japonesas, norte-americanas e européias. Assim, é importante o desenvolvimento desse tipo de estudos no Brasil.

Por isso esta pesquisa tem caráter de estudo exploratório, propondo ao final hipóteses, em busca de fornecer bases para estudos posteriores de aprofundamento, como será detalhado.

O universo em que o tema se situa é complexo e dinâmico, apresentando entrelaçamentos que dificultam identificar o foco de forma isolada. Como afirma Dias (2006):

O setor de autopeças relaciona-se intimamente às montadoras e veículos (tanto veículos de passeio quanto caminhões). De fato, o surgimento das primeiras empresas e a consolidação do setor, no Brasil e no exterior, estão ligados à trajetória das montadoras de veículos que instalam operações de produção (sejam elas completas ou não) ou de comercialização/distribuição nos diferentes países.

O tema deste trabalho, então, embora voltado especificamente para os sistemistas, trouxe a necessidade de reunir e analisar informações sobre as montadoras, para que pudesse se desenvolver adequadamente. Isso se deu, em parte, devido à necessidade de abordar de forma mais especial essa característica de o setor de autopeças e o das montadoras, embora independentes, apresentarem-se de forma entrelaçada no ambiente do setor automotivo.

Além disso, é preciso considerar que, embora o foco deste trabalho esteja dirigido para os sistemistas quanto à engenharia local, trata-se de foco que exige uma análise expandida e não pontual. Ou seja, além dos fenômenos internos relativos aos sistemistas, que são o primeiro e mais forte foco de análise deste trabalho, é preciso também considerar, de forma agregada a esse foco principal, a relação em si que há entre montadoras e sistemistas, como se observa na Figura 1. Afinal, é nessa relação que se define e se realiza parte importante do processo de transferência de desenvolvimento, objeto de estudo deste trabalho.

Figura 1 – Diagrama de foco metodológico deste trabalho. Elaborado pelo autor.

Assim, esta pesquisa tanto procurou compreender a transferência de desenvolvimento com foco nos sistemistas, como aspectos referentes à relação com a montadora e, dessa forma, precisou tratar de aspectos relativos às próprias montadoras, mas prioritariamente a partir do ponto de vista dos sistemistas.

Para estabelecer a base teórica da investigação, a literatura serviu para estabelecer o primeiro estágio do modelo normativo do processo de pesquisa de Bryman (apud Croom, 2002, p.148), ou seja, identificar a área ampla de estudo. Foram levantados estudos acadêmicos brasileiros, em particular sobre montadoras e sobre fornecedores, que ajudaram a encaminhar o segundo estágio proposto por Bryman, a seleção do tópico de pesquisa, o problema a ser estudado. Entrando no terceiro estágio, a definição da abordagem, era evidente a necessidade de realizar um estudo de campo com caráter exploratório. Considerando a complexidade do problema da pesquisa, foram definidas as características das hipóteses preliminares propostas, definindo-se também a adequação da utilização de dois procedimentos principais. Um procedimento foi o levantamento de fontes documentais do setor, trabalhando com dados qualitativos e quantitativos, inclusive estatísticos. Outro procedimento foi o estudo de múltiplos casos, como proposto por Yin (1994) e por Voss et alii (2002).

O estudo de caso costuma ser utilizado nas mais várias ciências, sendo originário da antropologia e ciências sociais, como lembrado por Voss et alii (2002, p.196). Como um empreendimento de pesquisa, o estudo de caso contribui de forma única para o conhecimento dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos (YIN, 1994). Na pesquisa, foi utilizado o método de estudo de múltiplos casos com caráter exploratório, tendo em vista a necessidade de se entender um fenômeno social complexo (YIN, 1994) como é a transferência de desenvolvimento das montadoras para os sistematistas. Segundo Yin, o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que precisa receber o devido valor, pois as diferentes estratégias de pesquisa não podem ser arroladas hierarquicamente, mas cada qual deve ser apropriada ao objeto de estudo, sobretudo quanto a coletar e analisar evidências empíricas seguindo sua própria lógica (1994, p.3). Como afirma Yin (1994), o estudo de caso permite a uma investigação guardar as características significativas e holísticas dos eventos da vida real e essa característica, aliada ao pouco conhecimento acadêmico sobre o tema, foi central na decisão da escolha dessa metodologia.

Há vantagens e desvantagens no uso de estudos de múltiplos casos. Como vantagens, Yin exemplifica o fato de que tornam possível obter evidências mais contundentes, com o que o estudo pode ser considerado mais robusto, além de trabalhar com vantagem questões ligadas a “como” e “por que”. Enquanto o estudo de caso clássico é adequado para aqueles casos efetivamente únicos ou críticos, o de múltiplos casos exige cuidadosa escolha, não sendo uma decisão fácil. Ainda, Yin destaca que, no estudo de múltiplos casos, a escolha deve recair ou

sobre casos que permitam predizer resultados similares ou, ao contrário, resultados contrastantes. Voss et alii (2002, p.186) lembram que é necessário especial cuidado em depreender generalizações a partir de limitado número de casos, por exemplo, comparativamente ao uso de *surveys*. Por outro lado, os mesmos autores lembram que essa metodologia de casos enriquece não apenas a pesquisa como os próprios pesquisadores.

Como já foi dito, no caso brasileiro há poucos trabalhos envolvendo o papel dos fornecedores do setor automotivo no desenvolvimento de produtos com a engenharia local. Por isso tratava-se de avançar em um campo que envolve múltiplos fatores de forma complexa, sendo os principais:

- Relação entre matrizes e subsidiárias (montadoras e fornecedores)
- Relação montadora/ fornecedor
- Relação fornecedor/ fornecedor
- Mercado local/ global.

O estudo de casos permite visualizar, descrever, analisar e compreender essas características e suas relações como ocorrem efetivamente, ao mesmo tempo em que permite compreender a dificuldade de prever e mesmo os riscos de generalizações simplificadas, por envolver múltiplos casos, nos quais se manifestam múltiplos aspectos.

Encaminhando o quarto estágio da pesquisa, segundo o modelo citado de Bryman, a formulação do plano da pesquisa, o critério de escolha para os casos e empresas foi baseado em uma reconhecida capacidade de desenvolvimento local das linhas de produto selecionadas e na facilidade de acesso para a realização das entrevistas. Já sendo claro que não se tratava de caso singular, a definição dos casos seguiu a recomendação de Voss et alii quanto ao fato de “quanto menor o número de casos, maiores as possibilidades de aprofundamento” (p.201). Os casos propostos foram iniciados com a empresa Forsis (nome fictício) que foi mais aprofundada. Nesta sistemista, o foco do estudo foi sobre o sistema de distribuição eletroeletrônico dos veículos (chicote elétrico). O outro caso, o da empresa Copa² (nome fictício), foi baseado em uma empresa sistemista, que entre outros sistemas é fornecedora de painéis completos de carro.

² O nome fictício da Forsis foi criado pelo autor a partir de “Fornecedora de Sistemas”; já no caso do nome da Copa, vem de “Companhia de Painéis”.

Definidos os casos, e ainda atuando no quarto estágio do modelo de Bryman, a estratégia de entrevistas semi-estruturadas foi considerada como o melhor procedimento, além do levantamento empírico documental, que será abordado posteriormente. Segundo Dias (2003, p.34):

A opção pela utilização de entrevistas semi-estruturadas justifica-se por considerarmos que (...), além de informações quanto às estratégias atuais, passadas e futuras relativas à distribuição das atividades de desenvolvimento de produtos nas companhias, é importante captar as experiências, as opiniões e *insights* dos entrevistados (os atores da situação) quanto às estratégias de desenvolvimento de produtos de suas companhias no Brasil. A entrevista semi-estruturada permite que o pesquisador tenha acesso a temas que o entrevistado julga relevantes e que não haviam sido considerados pelo investigador, mantendo, contudo, o eixo inicial da pesquisa, criado sobre a base conceitual previamente analisada. Além disso, as experiências e opiniões do entrevistado, certamente mais subjetivas, são chaves para a compreensão da lógica seguida pela companhia na formulação de suas estratégias, porque podem fugir a um possível “discurso oficial” e refletir o real posicionamento da empresa, além de servirem para verificar a veracidade de informações obtidas por outros meios, como a consulta a documentos.

Foi preparado um roteiro, que se encontra em anexo e foram definidos os participantes. A seguir esses participantes foram contatados e foram realizadas as entrevistas, conforme se vê na Tabela 1.2.1:

Empresa	Produto-Foco	Entrevistados	Entrevistas
Forsis	Chicotes	10	12
Montadora	Chicotes	1	2
Copa	Painel	3	4

Tabela 1.2.1 - Entrevistados e entrevistas realizadas, segundo cada empresa. Elaborado pelo autor.

Observe-se que o capítulo referente aos estudos de casos tratará desses aspectos das entrevistas. Neste andamento do quinto estágio, seguindo o modelo de Bryman, a coleta dos dados e informações, nem todos os casos receberam o mesmo grau de aprofundamento, uma vez que nem sempre ofereceriam subsídios tão diversificados para a análise, validação e construção final das hipóteses. Cada caso foi aprofundado na direção dos objetivos do trabalho e desdobrado em “subcasos”. Contudo é importante lembrar que foi ouvida uma montadora, apesar de não se tratar do foco principal do trabalho, por sua reconhecida capacidade de desenvolvimento da engenharia local. Neste caso, a proposta de Voss et alii (2002, p.205), de haver um “informante-chave” mostrou-se apropriada.

As entrevistas foram gravadas sempre que os entrevistados permitiram e, nestes casos, transcritas na íntegra. Nos casos em que não foram gravadas, o pesquisador tomou notas durante as entrevistas, complementando-as imediatamente após o término das mesmas. Esse material resultante das entrevistas foi analisado, de forma a compor o conteúdo necessário para validar ou não as hipóteses preliminares. Quando foi necessário, no entendimento do pesquisador, foi feito um novo contato com o entrevistado, para um melhor esclarecimento.

O levantamento bibliográfico também foi utilizado como uma forma de contextualizar os casos, além de permitir uma análise mais crítica dos resultados empíricos. Além da consulta a trabalhos realizados no âmbito do grupo de pesquisa ligado ao Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP, e coordenado pelos professores Mario Sergio Salerno, Mauro Zilbovicius e Roberto Marx, considerado uma fonte de referência no setor por Dias (2006) e ao qual este trabalho se filia, outros trabalhos foram consultados, ligados a outras fontes relevantes.

Com relação ao levantamento de fontes do setor, Dias (2006), em relatório à FINEP, afirma que “muitas das fontes de informação disponíveis para o setor de autopeças (...) são as mesmas fontes disponíveis para as montadoras de veículos (...)”. Em outras palavras, no levantamento de dados empíricos a partir de fontes documentais, o caráter interligado e interdependente desses dois grupos manifestou-se de forma explícita e foi utilizado de forma a aproveitar o seu potencial, em busca de responder à questão proposta pela pesquisa.

Ainda de forma similar ao que é registrado por Dias (2006), foi relevante para a pesquisa considerar que “a trajetória do setor [automotivo], nacional e internacionalmente, permitiu o surgimento de várias entidades, órgãos de imprensa e grupos de pesquisa que se dedicam às empresas de autopeças, disponibilizando informações acerca deste setor.” Este trabalho baseia-se em um conjunto dessas fontes, escolhidas conforme a relevância para o problema e hipóteses preliminares da pesquisa.

O constante contato do autor com a indústria também foi aproveitado, através de reuniões e apresentações no Sindipeças, conversas informais com representantes de diversas empresas fornecedoras, e a presença em diversos seminários e congressos realizados no setor. O setor automotivo é razoavelmente bem organizado no que diz respeito a eventos, seminários, congressos e publicações. Além das entidades representativas da indústria, existem associações como a SAE Brasil e a AEA que são voltadas à engenharia. Na área de

publicações, dentre as diversas revistas existentes, vale a pena citar a Editora Autodata que há 15 anos acompanha de perto o setor. Além disso, foram consultados jornais como Gazeta Mercantil, Valor Econômico, O Estado de S.Paulo, e revistas especializadas como Quatro Rodas e Exame.

O sexto estágio do modelo de processo de pesquisa de Bryman, a análise e interpretação de dados, foi realizado tanto analisando e interpretando as evidências obtidas em cada caso e subcaso, quanto fazendo análises comparativas em que se buscou diferenças e similaridades, compondo as possibilidades do estudo de múltiplos casos mencionadas por Yin.

Dessa forma, espera-se que, com a apresentação desta dissertação, o sétimo estágio do modelo de Bryman, os resultados deste estudo exploratório não apenas promovam uma melhor compreensão do tema, como também sirvam de base para estudos posteriores, que aprofundem os aspectos estudados.

1.3 Hipóteses Preliminares

Com relação ao processo de transferência de desenvolvimento da montadora para o fornecedor, nos casos estudados o interesse volta-se para abordar e entender três aspectos principais. O primeiro é a respeito de quais variações de produtos têm sido desenvolvidas pelos fornecedores. O segundo ponto refere-se à localização da engenharia responsável pelo desenvolvimento, se é a engenharia da local, da matriz, ou de ambas. O terceiro aspecto, no caso de desenvolvimento local, seria de buscar quais as razões para a sua localização, são as competências específicas locais, ou a estratégia da corporação, ou algum outro ponto específico. De maneira simplificada, o foco será identificar quem vai fazer “o que”, “onde” e “por que”.

Tendo em vista o escopo do trabalho, que é o de uma dissertação de mestrado, assim como a complexidade do setor automotivo e o estudo ainda pouco explorado da integração montadora-fornecedor na engenharia brasileira, foram levantadas algumas hipóteses preliminares para orientar o trabalho de pesquisa. O objetivo não é testá-las, mas chegar a formulações mais robustas para, ao final, chegar a hipóteses fortes e reformuladas de maneira

mais consistente com o olhar voltado para um estudo futuro, no qual elas poderão ser analisadas profundamente.

A seguir estão as hipóteses preliminares deste trabalho:

Hipótese preliminar 1: A engenharia automotiva brasileira tem potencial para ser considerada uma fonte de valor para empresas com operações no Brasil, porém esta competência não é plenamente utilizada. Quanto maior a relevância da unidade local nos negócios do grupo, maior é a tendência de desenvolvimento de projetos com maior grau de complexidade no Brasil.

Hipótese preliminar 2: A capacidade de desenvolvimento de projetos pela engenharia local de algumas sistemistas é uma vantagem competitiva que favorece um desempenho superior no mercado local por estar mais em linha com os costumes e as necessidades da região.

Hipótese preliminar 3: A abertura de oportunidades de desenvolvimento para a engenharia nacional, por parte da matriz, favorece ganhos de novos projetos e negócios para a unidade local, inclusive no exterior.

É proposta ainda, a partir do desenvolvimento das três hipóteses acima, uma questão para aprofundamento: apesar de haver uma tendência cada vez maior de descentralização do desenvolvimento de produtos da montadora para os fornecedores há uma tentativa de forte centralização do conhecimento por parte das montadoras. Esta centralização ocorre pelo controle, feito por meio de engenheiros residentes, e pelo acompanhamento de todo o processo descentralizado para os fornecedores. Este movimento possivelmente ocorre porque o conhecimento adquirido e a inovação tendem a ficar nos sistemistas, portanto fora das montadoras, o que significa perda de conhecimento que era, antes, exclusivamente da montadora. Como mencionado por Clark e Fujimoto, pode ocorrer uma “deterioração de competências técnicas básicas” (1991, p.115), o que enfraqueceria tecnicamente a montadora perante seus fornecedores.

2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

O desenvolvimento de produtos em um segmento tão competitivo como o automotivo é de fundamental importância para o desempenho de uma montadora. Cada vez mais é preciso desenvolver um veículo novo, a um custo e prazo menor, de forma que o consumidor perceba alguma vantagem para realizar a compra.

Neste capítulo será abordado como vem ocorrendo o desenvolvimento de produtos na indústria automotiva, tanto mundial como na brasileira. Primeiramente serão discutidos as fases e o processo do desenvolvimento de produtos na indústria automotiva. Em seguida o foco será o estágio do desenvolvimento de produtos na indústria brasileira, o papel dos fornecedores no processo de desenvolvimento, e algumas questões referentes a prazos e custos de engenharia.

2.1 Fases do desenvolvimento de produtos na engenharia automotiva

A primeira fase no desenvolvimento de produtos na indústria automotiva começa com a geração do conceito. Nesta etapa, nas palavras de Clark e Fujimoto (1991, p.105), “a informação das necessidades futuras do mercado, possibilidades tecnológicas, e viabilidade econômica são convergidas e traduzidas em uma descrição de produtos que engloba as experiências que o produto entregará ao cliente”. Esta fase, por ser a primeira, influenciará e direcionará todo o andamento do projeto, sendo crítica para a competitividade do novo produto. As três fontes de *inputs* neste caso são: as informações de mercado, o planejamento estratégico do produto, e as informações sobre tecnologias disponíveis.

O planejamento do produto é a fase em que todo o material levantado na etapa de geração do conceito é “traduzido” em estimativas de custo, desempenho e estilo, entre outras. Segundo Clark e Fujimoto (1991), para a excelência no planejamento do produto deve-se atingir os desafios de alcançar a “consistência interna e externa” simultaneamente. A

“consistência externa” está em linha com os requisitos dos clientes, já a consistência interna refere-se à compatibilidade dos conjuntos de especificações e componentes. Nesta etapa, a escolha de componentes passa a ser uma escolha de tecnologias, e segundo Clark e Fujimoto existem três possíveis decisões: desenvolver peças novas ou utilizar as existentes; usar a engenharia interna ou dos fornecedores; utilizar uma tecnologia básica. Ao se utilizar um componente já existente, caso de um *carry over*, existem benefícios como economia de ferramental e tempo de desenvolvimento. Na alternativa de escolha dos fornecedores, Dias (2003, p.63) aponta que:

(...) no caso de produtos globais, essas decisões devem levar em conta a capacidade de desenvolvimento e produção dos fornecedores nos locais onde o produto será produzido e/ou comercializado. Em tese, o fornecedor não precisaria possuir capacidade de desenvolvimento em todos os locais de produção; mas alguma estrutura de engenharia local é desejável, para que os problemas identificados no campo ou na produção possam ser solucionados rapidamente pelo fornecedor.

Com relação aos benefícios de desenvolvimento de produtos pela engenharia dos fornecedores, Clark e Fujimoto apontam um aumento na qualidade do projeto, bem como uma carga mais leve no planejamento e na coordenação das atividades de engenharia. No entanto, apontam que a utilização de recursos de engenharia dos fornecedores pode levar a uma “deterioração de competências técnicas básicas, e o abandono de tecnologias de core componentes pode enfraquecer a posição de barganha da empresa com seus fornecedores” (CLARK e FUJIMOTO, 1991, p.115).

A engenharia de produto é a terceira fase do desenvolvimento de produtos e começa após o planejamento ser aprovado; Clark e Fujimoto (1991, p.116) afirmam que algumas vezes a engenharia de produto pode começar um pouco antes da aprovação. Neste estágio, apontam que uma grande parte do trabalho da arquitetura do produto já foi realizada, porém o que parece estar bem consistentemente planejado pode não ser tão simples de se alcançar. Os autores mencionam que o planejamento indica uma direção e uma arquitetura, no entanto a engenharia de produto é que enfrentará os conflitos que aparecerão na prática (CLARK e FUJIMOTO, 1991, p.116). Como forma de administrar a complexidade, as empresas dividem os projetos em “partes administráveis” (1991, p.117). Nas montadoras, as responsabilidades são divididas entre grupos internos de engenharia, engenheiros terceirizados e fornecedores. Segundo Clark e Fujimoto, três pontos que ilustram a importância desta etapa são: o link entre a fase de conceito até uma engenharia detalhada, a construção e teste de protótipos, e o gerenciamento das alterações de engenharia. Este último tópico inclusive costuma ser a “regra

ao invés da exceção”, o que gera um custo e tempo maior no processo de desenvolvimento. Como comparação, os autores mencionam o caso das empresas japonesas, onde estas alterações de engenharia também existem, apenas que são feitas o mais cedo e o mais desburocratizadamente possível, economizando tempo e dinheiro (1991, p. 121).

A última fase do desenvolvimento de um produto é a engenharia de processo, segundo Clark e Fujimoto nesta fase, com base em todo o material anterior, que é definido como o produto será produzido. Nesta etapa da engenharia de processo, que geralmente é separada do grupo de desenvolvimento, é que serão planejadas as linhas de produção, habilidades necessárias dos operadores e ferramental das máquinas. Em seguida são feitos os primeiros testes ou *try outs* com o produto final. Nesta fase é comum, nos fornecedores, a presença de engenheiros das montadoras para aprovar o início de produção de componentes.

Outra fase que pode ser identificada principalmente em países fora dos grandes centros de desenvolvimento mundial é a engenharia de aplicação. Em países como o Brasil esta etapa é bastante presente, devido à realidade de vinda de projetos do exterior. A engenharia de aplicação é a responsável por adaptar um projeto desenvolvido em outro mercado para uma realidade local. No Brasil esta prática é bastante conhecida e utilizada e é chamada de tropicalização. Nas autopeças este tipo de prática é muito utilizada para adaptar produtos mundiais para veículos que são produzidos aqui. Um exemplo é o caso de um compressor de ar condicionado em que todo o sistema principal é único e igual para a maioria das aplicações, as únicas alterações mais relevantes são as tampas frontais e traseiras onde ocorre a fixação, que aí, sim, têm que ser desenvolvida para cada aplicação diferente. Após a etapa de fixação do compressor, basta calibrá-lo para o uso no veículo específico. Neste caso, o processo completo de desenvolvimento somente é feito uma vez, gerando inúmeros ganhos em custo, rapidez e confiabilidade do produto.

2.2. O produto global

Buscando a redução dos custos e do tempo de desenvolvimento, as empresas do setor automotivo estão se organizando de uma forma cada vez mais global, procurando soluções locais. O conceito de carro mundial já não tem o mesmo peso que dez anos atrás. Atualmente

as montadoras estão se organizando para desenvolver plataformas mundiais, com todas as vantagens de economia de escala e tempo de desenvolvimento, porém com versões e adaptações destinadas a cada mercado. Nas autopeças um paralelo de produto global pode ser feito com o caso do compressor de ar condicionado, mencionado na seção anterior.

O conceito de carro mundial, de acordo com Dias (2003), surgiu entre a década de 1980 e início da década de 1990 em diversas montadoras. Este seria um modelo bastante padronizado que atenderia de forma geral uma grande quantidade de consumidores. Esta proposta estava embasada em uma economia de escala, por padronizar diversos componentes; além disso, haveria ganhos de tempo no desenvolvimento, resultando, no conjunto, em um aumento nos resultados financeiros da empresa.

No entanto as propostas de “carros mundiais” não prosperaram. A esse respeito, afirma Dias (2003, p.96):

(...) o conceito original de “produto global” mostrou-se extremista, ao desconsiderar ou minimizar as diferenças culturais, sociais e institucionais existentes entre os países ou regiões dentro de um mesmo país, bem como os diferentes tipos de produtos fabricados e comercializados nos diversos mercados e as diferentes trajetórias das companhias que produzem esses bens.

Um exemplo da literatura de carro mundial que falhou foi o apresentado por Tidd et alli (2001), sobre o caso do desenvolvimento simultâneo do Ford Countour/ Mondeo³ que, segundo os autores, foi “a mais ambiciosa tentativa de projeto global da Ford”. Neste desenvolvimento existiam dois times de engenharia, um nos EUA e outro na Alemanha, trabalhando simultaneamente; apesar de todo este aparato o carro atrasou um ano e custou US\$ 6 bilhões. Após esta experiência a Ford passou a designar a poucos gerentes uma autoridade global, “enquanto que gerentes locais passaram a ter mais liberdade para tomar pequenas decisões sem a necessidade de reporte para a matriz” (TIDD et alli, 2001, p.144).

A plataforma mundial pode ser definida como uma evolução do carro mundial: todos os ganhos seriam referentes a um projeto base, que seria adaptado para cada mercado, inclusive contando com derivativos. Sobre as vantagens deste conceito, aponta Dias (2003, p.122):

“(...) com a utilização das plataformas, a indústria automobilística consegue aliar flexibilidade na gama de produtos oferecida aos clientes às reduções de custo advindas de ganhos de escala no processo produtivo e no desenvolvimento de

³ O Contour (nome comercial dos EUA) e o Mondeo (nome comercial da Europa) eram carros muito próximos do segmento de sedans médio-grandes que possuíam muito poucas diferenças estéticas.

produtos, além de redução do tempo de desenvolvimento de um novo modelo – ou derivativo, cuja diferenciação se faz basicamente nas partes externas dos produtos nos acessórios”.

No Brasil, um exemplo deste caso é o Ford Fiesta. A primeira versão produzida no Brasil, em 1996, tinha muitas características de carro mundial e não foi o sucesso de vendas esperado pela Ford. Já a nova versão, produzida desde 2002, agradou muito mais os consumidores. Esta versão é diferente da européia e, segundo o diretor responsável por seu desenvolvimento, o carro não é simplesmente uma tropicalização, mas sim uma versão nova que respeita as características de países emergentes (STÉFANI, 2002). Esta versão tem mais dois derivativos no Brasil, o EcoSport de 2003, e a versão sedan, lançada em 2004. A Tabela 2.2.1 é um comparativo das características dos consumidores brasileiros e europeus do Fiesta, e mostra algumas diferenças que poderiam ser um fator complicador no caso de um carro mundial.

Comparação entre consumidores do Brasil e da Europa		
	Brasil	Europa
Renda média anual	US\$ 4 mil	US\$ 25 mil
Participação no mercado	65%	30%
Estilo/ design	Agressivo	Convencional
Utilização	Carro familiar cidade/estrada	Segundo carro cidade
Espaço interno	Para quatro pessoas	Para duas pessoas
Nível de conforto	Para longas distâncias	Urbano
Pavimentos	Lama, poeira, lombadas	Estradas favoráveis
Motorização	Mais torque	Mais potência

Tabela 2.2.1 Características dos consumidores do Brasil e da Europa para um modelo compacto. Fonte: Stéfani (2002), adaptado pelo autor.

A movimentação das montadoras para uma orientação de plataformas mundiais, com derivativos locais, tem como exemplo recente o caso da GM. Em meados de 2006 a montadora divulgou sua nova estrutura global de desenvolvimento de produtos. A GM anunciou que estará se organizando com cinco grandes centros de desenvolvimento de veículos. Estes centros seriam responsáveis pelo desenvolvimento da arquitetura base destes veículos, e as versões derivativas podem vir a ser desenvolvidas em outros centros. Nesta estrutura os veículos grandes (incluindo picapes grandes) e de luxo serão desenvolvidos nos

EUA, os veículos médios e compactos, na Europa; os veículos pequenos, na Coreia do Sul; os veículos grandes com tração traseira na Austrália e finalmente, no Brasil, serão desenvolvidas as picapes médias (MORAES; OLMOS; PINHEIRO, 2006). A justificativa pela escolha do Brasil como um desenvolvedor de picapes médias e não de pequenos, segundo o principal executivo da área de engenharia da região⁴, foi mais decorrente de uma falta de capacidades técnicas da Coreia do que qualquer outra razão. Aparentemente durante a divisão por centros globais de engenharia foram analisadas quais as principais competências por região, e durante a divisão o Brasil estava apto para ser o centro de veículos pequenos assim como de picapes, já a Coreia do Sul tinha competências na área de pequenos, mas não tinha na área de picapes, o que naturalmente acarretou a decisão atual. É interessante comentar que no caso da Coreia do Sul, responsável por veículos pequenos, a GM transferiu um dos principais diretores de engenharia do Brasil, que foi responsável entre outros pelo projeto do Meriva, para ficar alocado na Ásia, na principal função que é a de *Chief Engineer*. Isto evidencia que a própria engenharia brasileira poderia ter um destaque no desenvolvimento de produtos para as outras regiões, o que seria um ganho. Mas esta proposta ainda é muito recente para que se possa verificar suas conseqüências e benefícios. A GM, quando divulgou esta nova estrutura, registrou que os resultados só aparecerão por volta de 2012 (OLMOS, 2006). Vale questionar quais os detalhes dos projetos e se realmente o Brasil irá desenvolver picapes para mercados tradicionais deste tipo de veículo como os Estados Unidos. Atualmente só há produção da linha S-10, que é um projeto de origem norte-mericana, e que, nesta plataforma, a engenharia do Brasil só desenvolveu um modelo derivativo, que foi a S-10 cabine dupla (CONSONI, 2004).

2.3.Desenvolvimento de produtos e capacitações da engenharia automotiva brasileira

A presença da indústria automotiva no Brasil, que iniciou sua produção de veículos em 1956, já conta meio século de atividades; durante este tempo a indústria teve uma evolução, se compararmos a capacidade de desenvolvimento da engenharia local. No início, os projetos

⁴ Informação colhida durante exposição do Sr. Pedro Manuchakian, vice-presidente de engenharia LAAM (América Latina, África e Oriente Médio) durante simpósio de tecnologias realizado pela SAE Brasil, em 4 de setembro de 2006.

eram feitos no exterior e a engenharia local era responsável pela nacionalização de componentes para atingir os índices mínimos. Hoje já se pode falar de projetos sendo desenvolvidos localmente para produção em outros países, conforme será mencionado mais à frente.

Além disso, o desenvolvimento de projetos derivativos mais alinhados com as necessidades locais é uma realidade nas maiores montadoras. Uma engenharia capaz de desenvolver projetos derivativos já existe desde 1972 quando a Volkswagen desenvolveu o SP2 e a seguir, em 1973, a Brasília, que vendeu quase um milhão de veículos em sua vida útil (DIAS, 2003). Após este projeto, outras montadoras como Fiat, Ford e GM também desenvolveram seus primeiros projetos locais, nas décadas de setenta e oitenta. O aumento de atividades de projetos sendo desenvolvidos pelas montadoras instaladas no Brasil (DIAS, 2003; CONSONI, 2004) propicia um maior desenvolvimento da engenharia brasileira, o que por sua vez, favorece um ciclo “virtuoso” (SALERNO et alli, 2002).

As montadoras presentes no país, com o tempo, vão ganhando experiência no desenvolvimento de produtos (CONSONI, 2004) e com isso vão progredindo de nível, como se observa na figura 2. Na base da pirâmide, as atividades de engenharia basicamente limitam-se à nacionalização de algumas peças e componentes; conforme subimos em direção ao topo, as atividades e competências de engenharia crescem, ganhando um papel mais relevante e complexo.

Figura 2 – Tipologia das competências tecnológicas em desenvolvimento de produtos das montadoras no Brasil. Adaptado de Consoni (2004)

A seguir será discutido, com um pouco mais em detalhe, cada uma destas etapas de competências da engenharia automotiva brasileira.

A competência em nacionalização é a que menos exige da engenharia nacional, e é utilizada somente como forma de atender a índices mínimos de conteúdo local, bem como de diminuir possíveis riscos cambiais e logísticos. Esta prática é adotada principalmente pelas montadoras “recém chegadas” que não possuem uma engenharia mais atuante no país. É importante ressaltar que não existe no Brasil um carro onde só tenha sido feito um trabalho exclusivamente de nacionalização. Na nacionalização, a utilização da engenharia ocorre somente para fins de produção, sendo esta prática utilizada para diversos componentes, mas não para o veículo inteiro, até porque diversos componentes têm que ser adaptados para as condições de rodagem brasileiras, e, neste caso, já seria uma tropicalização. O que existe são veículos que são mais adaptados que outros, como será discutido a seguir.

Na competência em tropicalização, geralmente a engenharia local é mais exigida para adaptar um veículo de outra região para o mercado local. Esta competência segundo Consoni, “refere-se a um conceito bastante amplo e que envolve a uma diversidade de atividades e complexidade de conhecimentos necessários, não somente ao produto em si, mas também em relação aos componentes e sistemas” (2004, p.149). Neste caso, as alterações são mais estudadas, envolvendo adaptações na suspensão, novas configurações de motor, como no caso de veículos 1.0l ou bicom bustíveis até detalhes estéticos como frisos, pára-choques e acabamento. A tropicalização, no caso de países emergentes, pode ser utilizada para a redução de conteúdo do veículo para torná-lo mais acessível em um mercado com condições de renda menores que dos tradicionais centros consumidores. Com a retirada de equipamentos de segurança como o ABS e *air bag* (obrigatórios na Europa), controles de tração e estabilidade, retirada de sistemas de navegação por satélite (não disponível no Brasil), piloto automático (item popular nos EUA) e tornando opcionais muitos dos itens de série (ex.: rádio, vidros e travas elétricos, ar condicionado), o consumidor tem acesso mais facilmente a um carro “incompleto”, se comparado ao modelo similar que roda nos países desenvolvidos.

Na tropicalização, Consoni assim como Dias (2003) indicam que este caso não necessariamente significa um papel mais atuante da engenharia local. Existem casos como o do Mercedes Classe A⁵ e do Renault Scénic que o processo de adaptação ao mercado brasileiro foi conduzido pela matriz na Europa. Além destes, Honda e Toyota também utilizam a engenharia da matriz nas suas adaptações. Segundo Dias, “a necessidade de

⁵ Produzido no Brasil entre os anos de 1999 e 2005.

adaptação é um fator que potencializa a descentralização, mas, por si só, não a determina” (2003, p.127).

Nesta categoria existe uma série de veículos nacionais para serem citados. Alguns exemplos são Ford Fiesta Hatch, Fiat Idea, GM Zafira, Renault Clio, Peugeot 206 entre outros.

O terceiro estágio caracterizado pela competência de derivativos parciais requer uma engenharia mais bem estruturada no local. O derivativo parcial é uma versão que parte de um modelo base e tem algumas alterações, principalmente externas. Esta versão é desenvolvida para atender algum costume ou necessidade local. Por exemplo, no mercado brasileiro por questões econômicas existe a necessidade de desenvolver versões três volumes, ou sedans, tendo como base veículos compactos. Este segmento, por ser o de entrada, possui outras configurações de derivativos como o de picapes (GM Montana), peruas (Fiat Palio Weekend), minivans e até utilitários esportivos (EcoSport). Segundo Consoni, o grau de comunização de componentes entre os modelos base e seus derivativos parciais fica em 70% ou mais (2004, p.152).

A competência em derivativos completos, conforme o estudo de Consoni é o estágio atual mais avançado da engenharia de desenvolvimento das montadoras no Brasil e envolve atividades por todo o ciclo de desenvolvimento de produtos. As alterações, ao contrário do caso de derivativos parciais, são mais profundas. Segundo a autora, neste caso, “ocorre uma evolução em relação à estrutura básica do veículo” (2004, p.152).

Este quarto estágio, por enquanto, somente foi alcançado pela GM e Volkswagen. Como exemplo de modelos deste grau de complexidade, pode-se citar a Meriva e o Fox. Na GM existe mais um caso que, aparentemente, também pode ser enquadrado nesta categoria, que é o Vectra. Este modelo teve como base para o desenvolvimento o Astra (plataforma T3000), e foi inspirado na nova geração do Astra da Europa, sem utilizar a plataforma européia. O desenvolvimento deste novo carro ficou a cargo da GM no Brasil e seus fornecedores.

A Fiat aparentemente, de acordo com informações colhidas em campo, também teria condições de desenvolver localmente um veículo derivativo completo no Brasil, mas não o faz possivelmente pela centralização da matriz italiana. Um exemplo desta situação seria o do projeto 178 do Palio, que foi desenvolvido, em grande parte, por engenheiros brasileiros no

Brasil e residentes na Itália, em conjunto com os engenheiros italianos (DIAS, 2003; CONSONI, 2004). Recentemente, a empresa anunciou significativos investimentos de R\$ 2.5 bilhões no triênio de 2006 a 2008 (SILVA, 2006), o que pode indicar um passo, em relação à autonomia da filial brasileira, para o desenvolvimento de derivativos para o mercado local e mercados emergentes. Essa estratégia está alinhada com uma possibilidade levantada no trabalho de Dias (2003, p.185): “fazer do Brasil uma plataforma de desenvolvimento de produtos para mercados emergentes é mais viável do que restringir suas atividades de engenharia ao mercado local”.

Entre estes estágios apresentados, onde o Brasil possui competências locais de desenvolvimento, vale a pena ressaltar que existe uma zona “cinzenta” ligando-os. Esta zona se caracterizaria pelos modelos de transição, bem como pelos casos de veículos desenvolvidos pela engenharia local junto com a da matriz ou grande subsidiária. Um exemplo interessante é o caso do Ford EcoSport, que é um derivativo completo do Fiesta, mas que não foi totalmente desenvolvido pela engenharia local. Neste caso, a concepção de se fazer um veículo com apelo *off road* partiu do Brasil, assim como algumas etapas do desenvolvimento. No entanto, a base do EcoSport foi sobre o Fusion europeu, que é uma minivan compacta, semelhante à Meriva, e desenvolvida entre Europa e Estados Unidos. Outro exemplo recente, que pode ser enquadrado nesta zona cinzenta e complexa, é o Chevrolet Prisma que é uma versão derivativa sedan do Celta que, por sua vez, já era um derivativo do Corsa. Este derivativo de um derivativo é um modelo resultado de um trabalho da engenharia local, desde a sua concepção à produção (PANORAMA, 2006). O próprio Celta, depois da Meriva, foi o carro que teve maior envolvimento da engenharia brasileira da GM (CONSONI, 2004). De qualquer forma, como apresentado por Salerno et alli (1998) “(...) hoje fica cada vez mais difícil analisar como um carro é projetado em termos de sua territorialidade, dado o imenso fluxo de projetistas que cruzam os mares (...)” (1998, p.25).

Quanto ao último estágio de competência no desenvolvimento de plataformas, não existem exemplos rodando no Brasil, pois não há até o momento uma plataforma desenvolvida integralmente no país. Esta é a capacidade máxima de desenvolvimento da engenharia automotiva e consiste no desenvolvimento completo de uma plataforma-base, desde as primeiras concepções. Posteriormente, da nova plataforma, serão criados novas versões derivativas que poderão ser parciais ou completas. Segundo Consoni (2004) esta competência, apesar de não ser utilizada, existe, no Brasil, em pelo menos duas montadoras, novamente GM e VW.

Na área de veículos pesados, é importante citar o desenvolvimento de caminhões e ônibus da Volkswagen no Brasil. O centro mundial das operações de caminhões e ônibus fica no Brasil, onde as plataformas são desenvolvidas, inclusive para produção em outros países como a África do Sul e o México. Neste caso, os fornecedores têm uma relação bastante estreita com a montadora sendo responsáveis inclusive pela produção dos veículos. Na área de caminhões também é relevante citar o caso de um modelo específico da DaimlerChrysler que foi desenvolvido no Brasil (REHDER, 2006) e que será detalhada à frente.

A engenharia local também tem outros casos de desenvolvimento de produtos voltados exclusivamente a outros países. A GM do Brasil, por exemplo, ficou encarregada de fazer o desenvolvimento do Hummer H3G (OLMOS, 2006) que será produzido na África do Sul e não será exportado ao Brasil, tampouco outro país da América do Sul. Neste caso a engenharia local foi responsável pelo desenvolvimento da versão com motor diesel e de todas as alterações necessárias para o uso da direção no lado direito. Além de casos de desenvolvimento como este mencionado, outras montadoras como Fiat e Volkswagen utilizam suas engenharias no Brasil, em conjunto com a matriz, para algumas etapas de desenvolvimento e testes exclusivos para outras regiões (SILVA, 2005). Por exemplo, a Fiat brasileira possui uma reconhecida competência no acerto de suspensões (DIAS, 2003).

Este progresso no desenvolvimento não fica restrito somente às montadoras, ele acaba fluindo por toda a cadeia automotiva, principalmente nos fornecedores diretos das montadoras que acabam participando, cada vez mais cedo, da concepção e desenvolvimento de um novo projeto. Muitas vezes o desenvolvimento acaba sendo realizado totalmente pela engenharia do fornecedor. Estes podem desenvolver estes novos programas em suas unidades locais ou, no caso de necessitar de mais recursos, recorrem a suas unidades localizadas nos grandes centros produtores. Esta atividade de co-design, segundo Womack et al. (1997), é um fator muito importante para a redução do tempo de desenvolvimento de um novo projeto. Segundo Clark e Wheelwright (1993), o tempo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos é um fator determinante para a empresa ser competitiva, em um ambiente onde as primeiras a lançar um produto têm mais chance de alcançar o sucesso. O Ford EcoSport pode se enquadrar neste caso, como exemplo de sucesso no Brasil, em que este modelo de nicho foi lançado antes de qualquer outro concorrente.

Num estudo publicado por Salerno, Zilbovicius, Marx et al. (2002), com relação às autopeças, foi defendido o fortalecimento da engenharia nacional, nas áreas de pesquisa e

desenvolvimento de produtos, como uma forma de se tornar mais competitivo globalmente e atrair novos projetos. Os resultados do estudo indicam “os fatores que induzem, estimulam e favorecem atividades de projeto de produto no Brasil” (2002, p.31), conforme palavras textuais da pesquisa: volume; regulamentação de produto e condições do mercado; nicho; sobrecarga de projetos nas matrizes devido à política de diferenciação; capacitação existente; política de variação de produtos e integração com centros das matrizes (para haver demanda de projetos); importância da unidade local nos negócio do grupo; política.

No mencionado trabalho de Salerno, Zilbovicius, Marx, et alli (2002), apresentou-se um diagrama de como se dá o processo de integração e quais são as relações entre os participantes do desenvolvimento de novos produtos, apresentado na figura 3.

Figura 3 – Diagrama de desenvolvimento de produtos. Adaptado de Salerno et alli (2002)

Um problema no desenvolvimento de produtos, principalmente nas montadoras recém chegadas e em muitas das autopeças, é que eles estão localizados quase que totalmente nas matrizes. Segundo Tidd et alli (2001), de maneira geral, aproximadamente 12% das atividades inovativas são localizadas fora do país de origem das grandes empresas. Quando esta atividade é realizada fora, acaba ficando restrita aos países já desenvolvidos principalmente nos EUA e na Europa, e, nesse continente, a Alemanha é a principal fonte.

Ao analisarmos o cenário das montadoras presentes no Brasil, identificamos claramente esta situação de desequilíbrio na área de pesquisa. Na tabela 2.3.1, se tomarmos a relação de patentes depositadas no Brasil em comparação aos EUA em uma década, teremos

uma relação de uma patente brasileira para cada 413 americanas. Nas montadoras *new comers*⁶, a engenharia tem um papel bem mais secundário, principalmente ligado a iniciativas de nacionalização de componentes, e eventualmente pequenas modificações.

Montadoras	BRA*	EUA
General Motors	24	3.091
Fiat	8	139
Ford	3	3.706
Volkswagen	1	296
Honda	0	3.939
Toyota	0	2.556
Renault	0	92
Peugeot Citroën	0	57
Daimler Chrysler	0	1.007
Total	36	14,883

Tabela 2.3.1: Patentes depositadas pelas Montadoras que atuam no Brasil entre 1992 e 2001 no INPI e no USPTO *Nota: Patentes depositadas no Brasil de origem nacional. Adaptado de Consoni, Flávia – Unicamp 2004, p.144.

Um dos motivos de existir este tipo de relação tão desigual, segundo Tidd et al. (2001), seria de que a concentração de atividades voltadas à inovação em poucos centros facilita a tomada de rápidas decisões e uma maior integração entre os pesquisadores. Outro fator que pode ser mencionado é o fato de o Brasil não possuir uma montadora genuinamente nacional. Como comparação, outros países fora dos tradicionais centros da indústria automotiva têm suas próprias montadoras locais. Por exemplo, algumas destas montadoras de origem local em outros países são: na Coreia do Sul a Hyundai, Kia e Daewoo; na Rússia, a Lada; no leste europeu, a Skoda e a Dacia; na Índia, a Tata. No Brasil⁷, como já mencionado, um caso de destaque é a operação de caminhões e ônibus da Volkswagen que tem sua matriz localizada no país. Outras montadoras que aparentemente terão uma maior atividade de engenharia são: a GM, junto com seu novo centro de desenvolvimentos, e a Fiat, com seus

⁶ As montadoras chamadas de *new comers* são referentes às que iniciaram suas operações produtivas mais recentemente no Brasil. Este nome é em linha com a ameaça de que Porter trata, sobre os novos entrantes. O principal período de entrada destas montadoras no país foi entre os anos de 1997 e 2001. Alguns exemplos são Honda, Toyota (automóveis), Renault, PSA-PeugeotCitröen.

⁷ No Brasil existem algumas montadoras chamadas de nicho, com engenharia local, que possuem produção bastante limitada. Estes veículos contam com a grande maioria dos componentes adaptados de diversos veículos de série das montadoras localizadas no Brasil. Alguns exemplos são: TAC, Lobini, Chamonix, entre

recentes investimentos, que deste modo poderão ajudar a melhorar o cenário da tabela 2.3.1 apresentada anteriormente.

Os fornecedores, como mencionado anteriormente, estão se destacando no desenvolvimento de novos produtos, e para este trabalho o foco será justamente nestes e em suas relações fornecedor-montadora, tanto em nível local como global. Para representar o foco deste trabalho, o diagrama de Salerno et al. (2002) foi adaptado, aqui representado pela figura 4.

Figura 4 – Diagrama de desenvolvimento de produtos focando o lado fornecedor-montadora. Adaptado de Salerno et al. (2002), pelo autor.

Tomando-se a hipótese de desenvolvimento de um novo projeto, a relação entre o fornecedor e a montadora poderá variar significativamente, dependendo do grau de complexidade. No caso de um veículo com projeto proveniente do exterior, as relações serão mais intensas entre as matrizes e as subsidiárias, que foram as responsáveis pelo desenvolvimento, como representado no diagrama pelas linhas contínuas. Neste caso a capacidade da engenharia local fica subutilizada. À medida que o grau de complexidade aumenta, as relações tendem a se intensificar entre as partes locais. Em um projeto derivativo completo, que neste momento é o estágio mais alto da engenharia nacional (CONSONI, 2004), as engenharias locais da montadora e do fornecedor tendem a comandar o processo de desenvolvimento no Brasil. As tradicionais engenharias do exterior, no caso de alguma eventual participação, acabam tendo um papel secundário.

outros. A Troller foi recém vendida para a Ford em Janeiro de 2007 e era o maior destaque entre estas montadoras de nicho com produção superior a 1000 unidades/ano.

2.4. O papel dos fornecedores no processo de desenvolvimento

A relação montadora-fornecedor, na indústria ocidental, conforme diversos estudos que a seguir serão mencionados, vêm se alterando e fortalecendo cada vez mais significativamente. Quanto mais olhamos para trás, mais fraca esta relação era, se comparada com os dias de hoje. As montadoras, nas primeiras décadas do século passado, eram altamente verticalizadas (WOMACK et alli, 1997), chegando ao cúmulo de produzir a própria borracha para os pneus. Este radicalismo vinha da idéia de Henry Ford, citada em Womack et alli, “faça tudo você próprio, dentro de sua companhia” (1997, p.126). A GM, com a liderança de Alfred Sloan, operava de forma semelhante à Ford, porém com a diferença de ter divisões fabricantes de peças com centros de custo separados, que podiam simplesmente ser administradas pelos “números”, sem um conhecimento profundo dos processos envolvidos (WOMACK et alli p. 28, 126). A grande maioria destas divisões (ex. Harrison Radiator, Saginaw Steering, Packard Electric, Rochester) veio a ser agrupada no que conhecemos atualmente como sendo a Delphi. Por esta forte integração vertical, todo o desenvolvimento e a inovação acabavam ficando restritos somente à montadora. Os fornecedores acabavam ficando apenas com algumas peças, muitas vezes “comoditizadas” (LUNG e VOLPATO, 2002).

Nos anos 50 do século passado, as relações, a exemplo da Ford, continuavam fracas, frias e de curto prazo (WOMACK et alli, 1997). A exceção era a indústria japonesa que, em um período pós-guerra, teve as relações montadora-fornecedor fortalecidas.

Desde os anos 1980 a indústria automotiva ocidental vem passando por um processo de reorganização (WOMACK, 1997; LUNG e VOLPATO, 2002) causado principalmente pelo excesso de capacidade disponível para a fabricação de carros. A indústria ocidental, ao passar por este período difícil, teve que alterar suas relações com os fornecedores e, para isso, a indústria automotiva japonesa foi a inspiração.

Lung e Volpato apontam para outro processo menos nítido, porém bastante forte, que é um “profundo processo” de inovação (2002, p.4), tanto em produtos como processos de inovação.

Os ciclos de desenvolvimento de produtos mais acelerados, por necessidade de uma diversificação maior, (WOMACK, 1997; LUNG e VOLPATO, 2002) acabam puxando uma maior taxa de inovação (LUNG E VOLPATO, 2002). Para saciar toda a necessidade de inovação, uma montadora sozinha acabaria ficando numa situação difícil de administrar tanta pesquisa e desenvolvimento. Lung e Volpato (2002) afirmam que: primeiro, as montadoras não teriam as condições financeiras necessárias para cuidar do desenvolvimento de todas as áreas potencialmente promissoras; segundo, elas não teriam as competências necessárias para seguir todas as oportunidades que envolvem outros domínios, diferentes das tradicionais competências metalúrgicas e mecânicas. Como mencionado, a busca por novas metas focando a redução da poluição, consumo, reciclagem de veículos e segurança passiva requer tecnologias complexas, que vão de novos materiais até o uso intensivo da eletrônica (ABS, ESP, *drive-by-wire*). Adicionalmente, segundo Posthuma (1997), os sistemas e componentes somam aproximadamente metade dos custos de desenvolvimento de um novo veículo e, neste caso, as montadoras estariam passando parte deste custo e do risco para seus fornecedores de primeira camada mais capacitados.

Lung e Volpato (2002) utilizam a expressão “cadeia de suprimentos de atividades e competências” para se referir a todo o setor, da produção de peças até o veículo final distribuído por uma rede de concessionárias. Os referidos autores mencionam que “estamos diante de um amplo processo de inovação, que engloba todas as principais atividades do setor: nova concepção e desenvolvimento de produtos, compras, tecnologias de manufatura e organização, logística e distribuição dos produtos” (LUNG e VOLPATO, 2002, p.4).

As montadoras logo perceberam a necessidade de passar o desenvolvimento de peças e componentes, ao menos em co-design, para alguns de seus fornecedores; a partir daí, este movimento só aumentou. Lung e Volpato (2002) apontam que o fornecedor é quem acaba investindo pesadamente em P&D, e por isso, fica com um papel de indicar soluções inovadoras focadas em um novo veículo que a montadora pretende desenvolver. Os fornecedores, principalmente os diretos, acabam se tornando “parceiros privilegiados” da montadora no topo da complexa pirâmide de fornecimento (LUNG e VOLPATO, 2002, p.5). Como consequência, as montadoras estão reduzindo o número de fornecedores diretos, se limitando somente a algumas multinacionais para a maioria dos componentes e sistemas requeridos (LUNG e VOLPATO, 2002, p.8).

Os fornecedores, principalmente os diretos das montadoras, cada vez mais vão tendo uma maior participação no desenvolvimento de novos produtos, tanto em nível global (BECKER e ZIRPOLI, 2004; WOMACK et al., 1997) como regional. (DIAS, 2003; CONSONI, 2004; SALERNO et al., 2002).

Uma evidência do papel dos fornecedores no desenvolvimento de novos produtos pode ser observada na tabela 2.4.1 com uma adaptação de um estudo da revista do MIT, Technology Review, publicada em 2004. A tabela, sobre inovação tecnológica, mostra as 10 primeiras empresas automotivas em 2003. Os fornecedores aparecem com 4 representantes, sendo que contam com os três primeiros lugares. Este ranking para ser elaborado avaliou o impacto de cada patente multiplicando-o pelo número de patentes depositadas pela empresa.

	Empresa	Ranking Tecnológico			Número de Patentes	
		2003	Posição	Média 1998-2002	2003	Média 1998-2002
★	Delphi Automotive Systems	773	1	335	651	291
★	Robert Bosch GmbH	710	2	578	850	680
★	Denso Corp.	676	3	547	632	498
	Honda Giken Kogyo KK	672	4	561	696	545
	Ford Motor Company	497	5	415	442	419
	Toyota Motor Corporation	486	6	559	386	433
	General Motors Corporation	415	7	477	298	438
	Nissan Motor Co Ltd	403	8	315	315	274
	Daimler Chrysler AG	361	9	608	404	627
★	Yazaki Corp	251	10	268	329	319

Adaptado pelo autor do MIT – Technological Review, Patent Scorecard, 2004.

Tabela 2.4.1: Ranking tecnológico do setor automotivo

O papel de desenvolvimento por parte dos fornecedores em alguns casos é uma forma da montadora contar com especialistas em determinado componente a um custo bastante inferior ao de ter uma engenharia exclusiva para este fim e com um tempo mais reduzido. No Brasil, um exemplo apresentado por Cerra e Maia (2005), sobre o caso de três montadoras fabricantes de motor, é que todas desenvolvem o sistema de injeção eletrônica em conjunto com seus respectivos fornecedores. Este aparentemente seria um exemplo de falta de competências das montadoras que talvez não sejam tão essenciais, no sentido do modelo “*core competence*” de Hamel e Prahalad (1990). No caso de um desenvolvimento conjunto, Becker e Zirpoli (2004) comentam que o processo de co-design entre a montadora e o fornecedor será ainda mais produtivo para ambos os lados se cada um possuir algum conhecimento a mais sobre algum componente ou operação que poderá ser compartilhado.

As responsabilidades dos principais fornecedores diretos vão além do desenvolvimento conjunto, do gerenciamento da cadeia de suprimentos e propostas de redução de custos. Cada vez mais, os fornecedores estão mais perto do produto final, chegando ao extremo de montar o veículo, como acontece na planta da Volkswagen em Resende (ARBIX e ZILBOVICIUS, 1997; DIAS, 1998; PIRES, 2002). Deste modo, uma série de novas formas de relacionamento surgiu com as novas plantas, ou com as reformas de plantas antigas. Como mencionado por Lung e Volpato (2002, p.7), o Brasil é indiscutivelmente o país aonde uma montadora conduziu o maior experimento em produção modular, caracterizado pelo consórcio modular para a produção de caminhões e ônibus (chassis) da Volkswagen em Resende. Além da planta de Resende, vale citar como exemplo de integração dos fornecedores dentro das plantas das montadoras, os condomínios da Ford em Camaçari, GM em Gravataí e Volkswagen em Curitiba.

2.5. Prazos e custos de engenharia

No Brasil, até a década de 1980, a grande maioria dos veículos poderia permanecer no mercado por até 20 anos sem grandes alterações em seu projeto básico. Muitas melhorias eram acrescentadas aos poucos, como um diferencial para o modelo do próximo ano. Mesmo algum erro de projeto podia ser corrigido, através de uma alteração de engenharia. As linhas dos modelos permaneciam quase que inalteradas, possibilitando um aproveitamento dos ferramentais das montadoras e dos fornecedores por um longo período. Os tempos de amortização eram muito longos.

Nos dias de hoje, o ciclo de vida dos veículos está reduzindo (WOMACK et alii, 1997) e chega a ser de apenas cinco anos para uma plataforma, isso já contando *face-lifts* e reestilizações. Estas mudanças são necessárias para sustentar a posição da montadora no mercado, pois, caso não tenha um produto atual, certamente perderá participação. Em uma realidade tão dinâmica, o tempo de execução de um desenvolvimento é cada vez mais crucial para o sucesso. Cada vez mais uma engenharia capaz de criar, desenvolver e executar um projeto a custos competitivos é crucial para a sobrevivência da empresa. Não deve ser esquecido que a presença local da engenharia é um fator facilitador para concretização destas necessidades (CONSONI, 2004).

A estrutura globalizada das engenharias está sendo cada vez mais olhada como uma forma de vantagem competitiva. As montadoras e principais fornecedores de autopeças possuem departamentos de engenharia espalhados por diversas regiões do globo. Esta dispersão dos departamentos de engenharia teve como origem o movimento de busca de novos mercados consumidores por parte das montadoras. Por questões logísticas, e muitas vezes restrições dos países, as montadoras fixaram operações nestes centros consumidores. Junto com as montadoras vieram seus fornecedores, mas não necessariamente sua engenharia.

A presença de uma engenharia local com capacidade em desenvolvimento, no caso da Volkswagen e da Fiat, pode ter influência pelo destaque das atividades locais que são bastante relevantes dentro dos grupos. Como referência, as unidades destas empresas no Brasil são as maiores operações depois das matrizes, se considerarmos o volume de produção dos últimos anos (GLOBAL INSIGHT, 2006). Em contrapartida a estes casos, a operação da Scania, presente no Brasil desde 1957, também é o maior centro de produção após a matriz e, no entanto, não tem atividades de desenvolvimento local que ficam a cargo da matriz na Suécia. No anexo B está uma tabela comparando a participação da produção local, comparada com a da matriz e do grupo, de algumas montadoras.

Engenharias locais, que surgiram como fonte de apoio de adaptação dos veículos e componentes desenvolvidos em regiões mais tradicionais⁸, estão tendo uma participação cada vez mais global. O Brasil se encontra numa região marcada como sendo de baixo custo de engenharia e com a vantagem do meio século de presença da indústria automotiva, o que permite um conhecimento maduro, de diversas gerações. Neste caso questiona-se o motivo da engenharia local não desempenhar um papel ainda mais relevante dentro de um contexto global, uma vez que existem competências para tanto (CONSONI, 2004; DIAS, 2003; SALERNO et alli, 2002); e outros centros de baixo custo, como China e Índia, estão mais ocupados com questões locais decorrentes das altas taxas de crescimento dos mercados internos (LUTHRA et alli, 2005; GAO, 2004).

No Brasil, o conhecimento é mais relevante em soluções de baixo custo, sobretudo em plataformas pequenas que representam a grande maioria de nosso mercado, como também da América Latina. Por estas, entre outras razões, pode-se dizer que o Brasil é o principal centro

⁸ São chamadas de “regiões mais tradicionais” os grandes centros produtores e desenvolvedores das últimas décadas, onde estão localizadas a grande maioria das matrizes das montadoras atuais. Mais precisamente são referentes aos países do oeste europeu, Estados Unidos e Japão.

de engenharia da América Latina⁹ e também exerce grande influência no desenvolvimento de produtos para África e Oriente Médio. A relevância do papel da engenharia para estas regiões pode ser creditada à experiência de mais de cinquenta anos da indústria, bem como a questões ligadas ao fato de o Brasil ser um grande centro produtor de veículos. O volume, como mencionado em Salerno et alli (2002, 2004), é um dos fatores que favorece o desenvolvimento de produtos, e o Brasil há muitos anos é o principal país em termos de volume de produção e vendas da América Latina, África e Oriente Médio; esse volume, em 2005, representou uma parcela de aproximadamente 3,5% da produção mundial de autoveículos (GLOBAL INSIGHT, 2006).

Em uma palestra realizada pelo Presidente da GM do Brasil e Mercosul¹⁰, foi comentado que a engenharia brasileira tem sido referência no exterior no quesito produtividade. O custo é dos mais baratos, e o retorno propiciado pelos engenheiros é acima das expectativas. Esta foi uma das razões do Brasil ter sido nomeado como um dos 5 centros de engenharia, dentro da organização mundial da GM .

Além disso, por características da formação de nosso mercado, possuímos muita similaridade com a Europa, onde existem grandes possibilidades de transferência de partes do desenvolvimento devido ao alto custo daquela região. O leste europeu é nosso concorrente direto, neste caso, como também para Oriente Médio e África, principalmente por questões geográficas.

Em uma das empresas analisadas, a Forsis, considerando o custo total de engenharia, o Brasil possui uma grande vantagem competitiva, se comparado com outros países. Porém, apesar de ter um custo bastante competitivo como se observa na figura 5, essa vantagem não é plenamente utilizada. O maior volume de desenvolvimento fica restrito aos países que são considerados de alto custo.

⁹ Além do Brasil, o México possui muita atividade de engenharia, porém o trabalho é mais voltado ao mercado norte-americano e não ao próprio país, ou à região da América Latina, como é o caso do Brasil, no qual a grande maioria dos trabalhos de engenharia é voltada para a região.

¹⁰ Palestra realizada, em 27 de outubro de 2006 na BSP com o tema de “Desafios para os líderes no setor automotivo brasileiro”.

Figura 5 – Custos comparativos de Engenharia na Forsis (Fonte: Empresa Forsis 2004)

Com relação aos custos de engenharia apresentados na Figura 5, a oscilação cambial tem uma grande influência. Por exemplo, no Brasil, com a forte subida da taxa de câmbio em meados de 2002 a engenharia nacional ganhou um incremento na competitividade, se comparado com os outros centros. Nas atuais condições, em que o Real está sobrevalorizado, a competitividade é menor, mas ainda é mais barato que nos principais centros. Como comparação, durante uma entrevista de campo um diretor de engenharia comentou da “base 100”, ou seja, um engenheiro sênior ganha anualmente em média cem mil Reais, Dólares ou Euros, dependendo do país em que se encontra. Nesta comparação, o Brasil apresenta uma significativa vantagem comparativa, mesmo com as atuais taxas cambiais.

Nesse contexto, colocam-se desafios para o setor automotivo no campo da competitividade, sobretudo em relação ao mercado internacional. As duas maneiras para se conseguir vantagem competitiva, segundo Porter (1986), seriam através de um custo reduzido ou de algum diferencial, ambos em relação à concorrência. O Brasil possui um elevado conhecimento em soluções de custo reduzido, principalmente nos segmentos de carros compactos e médios. Nestes segmentos, o país está despontando como um grande detentor de conhecimento na fabricação de carros e autopeças. Esta vantagem deve-se basicamente aos pesados investimentos ocorridos na década de 90, ao baixo custo, à flexibilidade e à especialização da engenharia local.

3. Estudos de caso

A capacidade de desenvolvimento local, bem como a facilidade de acesso das linhas de produto, foram utilizadas como critério de escolha para os casos estudados. As empresas foram escolhidas também de forma a compor uma diversa gama de produtos, embora nem todos venham a receber o mesmo grau de aprofundamento. Os casos propostos são mencionados a seguir, iniciando-se com a empresa Forsis que será mais aprofundada.

Os nomes das empresas analisadas foram substituídos por nomes fictícios por uma questão de maior detalhamento e autorização do uso das informações.

Com relação aos procedimentos, foram realizadas:

- Entrevistas com executivos e engenheiros da Forsis Brasil das áreas ligadas aos produtos.
- Entrevistas com executivos da Forsis da operação de componentes que funciona como um fornecedor de segunda camada, inclusive para grande parte dos concorrentes diretos da Forsis.
- Entrevista com uma montadora com reconhecida capacidade de desenvolvimento da engenharia local que participou de algumas atividades de co-design com a Forsis.
- Entrevistas na empresa Copa com executivos das áreas de engenharia e desenvolvimento ligados aos produtos com forte desenvolvimento local.

Nas entrevistas serão solicitados também alguns dados quantitativos que serão relevantes para a contextualização bem como para a compreensão do problema.

3.1. Empresa Forsis e os sistemas de distribuição eletro-eletrônicos (Chicotes)

A Forsis até o início dos anos 1990 não era uma empresa com operação independente e centralizada e era composta por algumas divisões, fabricantes de autopeças de uma grande montadora, OE-Indus (nome fictício). Com a perspectiva de baixo crescimento dos grandes mercados mundiais, neste período a OE-Indus visualizou a perspectiva de fabricar e vender sistemas automotivos para outras empresas fabricantes de veículos (OEMs). Para este negócio se tornar efetivo, foram agrupadas algumas das operações de autopeças que a OE-Indus possuía em um único grupo. Este grupo foi aos poucos ganhando novos negócios com outras montadoras. A decisão de separar a Forsis do resto do grupo OE-Indus propiciaria uma separação total de custos e preços mais vantajosos, uma vez que existiria uma concorrência de outras empresas. Além disso, a desvinculação deixava a empresa mais atrativa para que as outras montadoras pudessem se aproximar mais. Durante a década de 1990, a Forsis foi ganhando mais autonomia dentro do grupo até o momento em que se tornou uma empresa completamente independente com capital aberto na bolsa. Neste momento ela “nasceu” já como uma grande empresa fabricante de autopeças e sistemas com operações estruturadas e distribuídas por todos os continentes.

O início das operações no Brasil, que posteriormente deram origem à Forsis local, como não poderia deixar de ser, remonta aos tempos em que a OE-Indus se instalou no país. Hoje em dia a empresa conta com mais de 9000 funcionários distribuídos em dez plantas e uma matriz regional no país.

Regionalmente a empresa possui uma ampla linha de produtos que, em relação ao desenvolvimento de produtos, são bastante dispares. A grande maioria do desenvolvimento completo e concepção de novos produtos é feita fora, nas regiões em que os veículos também são desenvolvidos, restando ao Brasil principalmente as atividades relacionadas à engenharia de aplicação, mencionado anteriormente no capítulo 2 item 2.1. No entanto serão analisados os casos de desenvolvimento local, na área de sistemas distribuição eletro-eletrônicos, em que a engenharia do Brasil possui um papel de maior destaque.

Nesta análise, o foco foi na linha de produtos de sistemas de distribuição eletro-eletrônicos, chamados de maneira simplificada de “chicotes”, e pertencente à principal unidade de negócios em faturamento, número de funcionários e engenheiros da Forsis no Brasil. A escolha deste produto foi motivada pelo grau de desenvolvimento da engenharia local e pela maior quantidade de trabalho de engenharia sendo realizado localmente, para quase todas as montadoras, como apresentado a seguir.

Este produto foi selecionado para análise mais aprofundada nesta dissertação, por dois principais motivos. Primeiro pela forte capacidade de desenvolvimento local da engenharia, que atualmente é relativamente independente da matriz e de outros centros tradicionais de engenharia. A segunda principal razão desta escolha deve-se à característica integradora dos chicotes entre todos os sistemas eletro-eletrônicos existentes em um veículo, que cada vez mais tendem a ter uma maior participação nas novas plataformas (vide Anexo C).

Dada a sua característica integradora, o chicote elétrico é um dos itens que demora mais tempo para ser completamente desenvolvido. O processo de desenvolvimento deve-se iniciar logo nas primeiras concepções de um novo veículo para que seja planejado qual a “rota” que o sistema terá dentro da plataforma. O projeto final, porém, é uma das últimas etapas do desenvolvimento do veículo completo, visto que somente quando o último item eletro-eletrônico estiver concebido juntamente com sua interface com o chicote é que será possível finalizá-lo para a última aprovação com a montadora antes da produção.

O estudo de caso será discutido tomando-se como base o desenvolvimento do sistema de distribuição de energia de veículos nacionais recentes, que poderiam ser classificados, utilizando-se a tipologia de Consoni, como exemplos de derivativos completos com elevada atuação e autonomia da engenharia brasileira. Esses veículos são, em ordem de lançamento a Meriva (GM), e o Vectra (GM). Além destes dois modelos específicos, serão discutidos alguns detalhes relevantes outros casos de desenvolvimento. Os chicotes dos automóveis mencionados neste estudo foram desenvolvidos em trabalho de co-design com as montadoras e são fornecidos pela Forsis, no Brasil. Nestes desenvolvimentos, a integração entre as engenharias da Forsis, das montadoras e dos fornecedores foi intensa.

3.1.1 O desenvolvimento dos sistemas de distribuição eletro-eletrônicos

O sistema de distribuição eletro-eletrônico, também chamado de maneira simplificada de chicotes, é a linha de produto da Forsis com maior número de engenheiros. O grau de integração e distribuição do chicote dentro de um veículo pode ser comparado às terminações nervosas do organismo, pois é ele o responsável pela condução do impulso elétrico necessário para o funcionamento de todo e qualquer equipamento eletro-eletrônico presente no veículo. Para quantificar a complexidade do produto, hoje em dia cada veículo possui em média pouco mais de 1000 metros de cabos para garantir o funcionamento de todos os diversos sistemas elétricos e eletrônicos (vide Anexo C). Adicionalmente, vale a pena comentar que hoje na Forsis existem aproximadamente 4500 variações, ou *part numbers*, ativos deste produto. Se um veículo a ser montado tem alguma alteração de componente, ou conta com algum acessório a mais, é preciso desenvolver um novo chicote que irá integrá-lo no sistema eletro-eletrônico.

O chicote de um veículo pode ser subdividido em cinco principais módulos, também chamados de famílias: o chicote frontal (*Front Body*); de motor/injeção; painel (*IP - Instrument Panel*); portas; e o traseiro (*Rear Body*), cada uma com suas especificações, subdivisões e variações para um mesmo veículo de acordo com a versão de equipamentos, motorização e mercado. A figura 6 mostra um esquema simplificado da distribuição eletroeletrônica de um veículo. No caso de haver desenvolvimento local do chicote, geralmente este é feito por completo por um único fornecedor¹¹. Na etapa de produção dos chicotes, o fornecimento não necessariamente é exclusivo do desenvolvedor, ele pode ser dividido entre outros fornecedores. Este tipo de prática ocorre principalmente nos casos de plataformas de alto volume e/ou produção em diferentes plantas. As montadoras se utilizam desta estratégia como uma forma de ganhar no poder de barganha, onde ela pode alterar a proporção de fornecimento conforme sua conveniência. Após o fechamento do desenvolvimento, se o fornecedor não estiver totalmente definido, as montadoras realizam uma cotação para o fornecimento do chicote completo ou mais frequentemente de alguma

¹¹ Existem alguns casos em que o chicote tem seu desenvolvimento dividido pela montadora entre dois ou mais fornecedores. Esta divisão é feita por módulos e o contato entre os fornecedores durante o desenvolvimento geralmente limita-se somente aos pontos de interface entre os chicotes e é mediado pela montadora.

parte dele. Existe a possibilidade, ainda que remota, da empresa que desenvolveu o projeto completo, nem chegar a fornecê-lo por razões de baixa competitividade para a manufatura final ou questões relativas a logística. Neste caso, não muito freqüente, o desenvolvedor do projeto é ressarcido dos custos de desenvolvimento e engenharia, pela montadora que busca recuperar a diferença com a empresa fornecedora, que ganhou o processo de cotação. Tivemos informação que este tipo de caso aconteceu com a Forsis para o fornecimento dos chicotes completos de um modelo que tinha sido desenvolvido por uma outra empresa, mas que não conseguia garantir o fornecimento de uma forma seqüenciada como a montadora precisava. A Forsis já fornecia de forma seqüenciada para os outros modelos produzidos na planta, o que proporcionou uma vantagem na hora de fechar o negócio. Neste caso, o projeto inicial não era da Forsis, mas as versões seguintes e modificações foram realizadas pela própria engenharia da Forsis, que se tornou a responsável técnica por esta versão.

Figura 6 – Esquema simplificado da distribuição eletroeletrônica.
Figura adaptada pelo autor de material da Forsis

3.1.2 A origem do desenvolvimento de chicotes na Forsis

Até meados dos anos de 1980, o chicote de um veículo não era um item considerado complexo. Ao contrário, era até simples. Basta recordar que as aplicações eletrônicas semelhantes às de hoje não existiam e as elétricas eram bastante reduzidas. Os chicotes tinham estruturas simples e eram usados quase que somente para iluminação, limpador de pára-brisa, e algumas partes do motor, como a ignição. O comprimento total de todos os cabos era de menos de 150 metros, ou seja, pouco mais de 10% da realidade atual. Vale comentar que desde os primeiros carros produzidos no Brasil até esta época as necessidades de arquitetura eletroeletrônica eram muito próximas, assim como a extensão dos chicotes. Com esta estabilidade a OE-Indus produzia todos os seus chicotes internamente, com os projetos vindos de fora, em uma planta anexa à linha de montagem. As pequenas alterações necessárias para as adaptações eram feitas pela engenharia local, visto que a complexidade era baixa.

O marco para o início das atividades de uma engenharia local mais estruturada ocorreu quando a OE-Indus decidiu trazer para o mercado brasileiro um carro médio da Europa em meados dos anos 1980. Esta versão possuía uma quantidade maior de componentes elétricos e com isso surgiram algumas questões relacionadas à arquitetura elétrica do modelo a ser produzido no Brasil. Alguns itens não eram adequados e, até, considerados completamente desnecessários para o mercado local, como, por exemplo, o aquecimento dos bancos dianteiros e espelhos por meio de resistência elétrica. Esta atividade de adaptação de um projeto estrangeiro para a realidade e necessidades locais é característica de um processo de “pura” tropicalização e foi uma grande contribuição para o início das atividades locais de uma forma mais estruturada.

Na manufatura começaram a surgir novas dificuldades por se tratar de uma arquitetura elétrica mais moderna; além disso, o espaço necessário para a produção estava ficando insuficiente. A solução da OE-Indus foi de trazer para o Brasil a divisão interna que era responsável pelos sistemas elétricos na matriz. Esta divisão era especialista em sistemas elétricos e atuava do início do desenvolvimento até a produção final. Em 1988 esta divisão da OE-Indus, que mais tarde foi agrupada junto a Forsis, iniciou a produção em uma planta totalmente dedicada a chicotes elétricos. Esta operação possibilitou o fornecimento para

outras montadoras antes mesmo da independência da Forsis da OE-Indus. Algumas razões que possibilitaram a conquista destes novos clientes era a possibilidade de terceirizar um item que necessitava de grande quantidade de espaço fabril e mão de obra intensiva. Adicionalmente, o fato de a Forsis ser uma especialista e de a primeira fábrica estar localizada em uma região de mão de obra mais barata possibilitava uma redução de custos vantajosa para seus novos clientes.

Para a Forsis, durante a fase inicial de formação da engenharia com capacidade de desenvolvimento local no Brasil, houve dois projetos importantes, cada um de uma montadora com suas características diferentes. Um foi o projeto do Corsa de primeira geração, por volta de 1993-4, e outro foi o do Fiat Palio, em 1994-5.

O Corsa de primeira geração era um carro de entrada que deveria custar algo por volta de US\$ 6.500 e, neste valor, vinha para competir com o Uno Mille. Para atingir este valor, o custo ficou preponderante e a GM teve que revisar a condição de “*same as Opel*”. Neste caso trazer a arquitetura elétrica com o mesmo padrão do Opel Corsa seria inviável para manter o carro competitivo, de acordo com o plano inicial. Desta forma, para reduzir o custo do carro, muitos componentes tiveram que ser desenvolvidos para o modelo local, e entre eles o chicote.

O Palio, também de primeira geração, foi outro dos primeiros casos de desenvolvimento conjunto e co-design com a montadora que ocorreu por volta de 1994-5 quando a Forsis ganhou parte do fornecimento do projeto do Palio. Este projeto tinha algumas características específicas, muito utilizadas pela Fiat em fases de desenvolvimento. Além da Forsis, um outro fornecedor também ficou designado para realizar parte do desenvolvimento. As empresas participantes do co-design enviaram recursos de engenharia para a Itália. No caso da Forsis, a empresa montou em Turim um time global, multifuncional, residente dentro da Fiat onde havia engenheiros do Brasil, da Alemanha, da Polônia, da Turquia e mais da Forsis Itália, formando um time colaborativo. A Fiat coordenava este time de engenharia e, quando o projeto era finalizado, a montadora distribuía para cada empresa fornecedora os respectivos projetos completos pelos quais elas seriam responsáveis. O ponto relevante deste projeto para a Forsis Brasil foi a troca de experiência e exposição da engenharia brasileira que estava trabalhando com outros times de engenharia da própria Forsis e da montadora.

Antes destes programas a grande maioria dos projetos tinham de ser tocados com soluções técnicas seguindo as normatizações e projetos das montadoras, que, em muitos casos, tinham sido desenvolvidos pela engenharia da Forsis no exterior. Neste período eram os times de engenharia estrangeiros que tinham a responsabilidade técnica pelo desenvolvimento da arquitetura elétrica dos veículos leves produzidos no país. Este tipo de prática, segundo o gerente de engenharia de produto, “*engessava o desenvolvimento de soluções locais*”. Isto é, nos casos em que havia a necessidade de algum tipo de desenvolvimento local, para uma parte do chicote, as alterações deveriam ser aprovadas pelo time de fora, além de estar em linha com as especificações da montadora e da Forsis no exterior.

3.1.3 A estrutura do desenvolvimento de chicotes no Brasil

Uma das razões do processo de desenvolvimento ser realizado pela engenharia local pode ser creditada ao produto, que apresenta tantas variações de tipo, proliferações e peculiaridades. Estas peculiaridades são características do mercado local, e por isso são definidas pela maioria das montadoras na própria região. A presença de uma engenharia com capacidade de desenvolvimento local é fundamental para facilitar e agilizar o contato com a montadora. Adicionalmente, um fator que aparentemente facilita é o fato das engenharias envolvidas viverem no mesmo ambiente e conhecerem melhor a realidade local e, desta forma, propor soluções e desenvolver um produto mais adequado. Um exemplo simples que pode ser citado da integração montadora–fornecedor, em um caso típico de engenharia de aplicação, foi o do chicote do *air bag* de um modelo compacto, que estava presente em todas as versões, mesmo as que não continham o dispositivo. Após sugestão da Forsis, esta ramificação foi eliminada nos casos em que não era necessária a aplicação, resultando numa redução de custo.

Pela amplitude e estrutura local da operação de chicotes, até há pouco tempo atrás, o produto era um dos poucos dentro da Forsis na região que contava com um *Business Line Manager* ou, simplesmente, BLM. Este era o executivo responsável dentro do grupo por aprovações de investimentos, pesquisa e desenvolvimento desta linha para a região da América do Sul. Após uma recente reestruturação organizacional ocorrida em todo o grupo, a figura do BLM foi substituída pelo gerente ou diretor de unidade de negócios regional

estruturada por produto, é a chamada RPBU (*Regional Product Business Unit*). A RPBU fica ligada hierarquicamente a PBU (*Product Business Unit*), que organizacionalmente é a matriz daquela linha de produto específica. As PBUs foram isoladas para que os custos e todos os detalhes das operações possam ser melhor administrados individualmente. Desta forma a Forsis espera se manter mais competitiva. A organização das unidades de negócios se repete em cada uma das regiões, e a RPBU tem seu grau de autonomia local, variando de acordo com sua estrutura local. A RPBU de chicotes por ter uma ampla estrutura regional aliada com uma expertise local, ainda dos tempos do BLM se encontrar no Brasil, possui uma autonomia considerável para que os projetos sejam levados adiante sem interferências externas e, conseqüentemente, de maneira mais ágil. O diretor da RPBU poderia ser classificado, conforme Barlett & Ghoshal (1987), como um tipo de “*Functional Manager*” para a região, detectando tendências e difundindo conhecimentos.

Dentro do grupo, o Brasil é reconhecido como um centro de desenvolvimento de soluções de baixo custo para a arquitetura elétrica, principalmente para veículos compactos e de baixo volume. Este destaque acaba atraindo a atenção de outros centros de desenvolvimento de chicotes da Forsis em busca de soluções para aperfeiçoar o produto, principalmente dos centros de desenvolvimento de chicotes para mercados emergentes. A preocupação com o custo é constante desde a concepção do projeto; como exemplo, em um material da Forsis para treinamento de novos engenheiros, o chicote está definido como: “o sistema de distribuição de energia e sinal com a maior eficiência e o menor custo possível”. Além das iniciativas tomadas logo no início de cada projeto, existe uma equipe focada em redução de custo que atua através de *kaizens*, localizações e *workshops* internos, com os clientes e com os fornecedores. Este grupo trabalha com metas anuais de redução de custos que são cruciais para a manutenção da competitividade do negócio. Este tipo de condição muitas vezes é explicitado no contrato do fornecimento e é um dos diferenciais para a conquista de um novo negócio.

3.1.4 Os tipos de desenvolvimento de chicotes

As famílias dos chicotes podem ser desenvolvidas pela Forsis no Brasil de diferentes formas, dependendo do tipo de veículo e especificações do cliente os recursos de engenharia poderão ser mais, ou menos utilizados.

O processo de desenvolvimento de um novo projeto costuma se iniciar com uma requisição formal da montadora, chamada internamente pela Forsis de *statement of requirements*, ou SOR. Neste documento existe uma breve descrição do veículo novo, seus equipamentos e alguns requisitos para o novo veículo. Dependendo do tipo de desenvolvimento, o SOR pode conter um detalhamento maior ou menor do seu esquema elétrico, inclusive com desenhos e requisitos. A seguir serão detalhadas as principais diferenças dos tipos de desenvolvimento.

3.1.4.1 O desenvolvimento de acordo com as especificações do cliente

Este caso é chamado de “*build to print*”, e é bastante comum no caso das montadoras que estão no país há menos tempo no país (*new comers*), e que acabam tendo uma engenharia mais reduzida sem grandes recursos para grandes alterações em relação ao projeto original. Os desenhos e especificações dos chicotes vêm de fora, geralmente da matriz do cliente, e nestes casos o fornecedor tem somente a função de produzir o chicote, sem autorização para fazer qualquer tipo de modificação no projeto. Nestes casos, o processo acaba sendo limitado somente ao desenvolvimento de fornecedores que se enquadrem nos requisitos básicos do cliente, e ao processo de homologação. Para um projeto do tipo “*build to print*” a existência de uma engenharia capacitada na região não é um fator de grande diferenciação. Segundo levantado nas entrevistas, estes projetos podem apresentar uma série de oportunidades de modificações para a realidade de manufatura e utilizações locais que propiciariam reduções de custos para a montadora. Um fator limitante para alguma alteração nestes projetos, além de uma engenharia local reduzida da montadora, vem do fato que muitas vezes estes projetos são utilizados em outros países e desta forma, não compensa o custo de desenvolvimentos de ferramentais que seriam específicos para uma região.

3.1.4.2 A tropicalização

No Brasil, dada a forte presença e influência de projetos de veículos estrangeiros, principalmente europeus, a grande maioria dos projetos já é previamente definida nos grandes centros produtores, pois não são concebidos no país. No caso de chicotes, muitas vezes o que existe é uma referência que deve ser tropicalizada, ou seja, como já mencionado anteriormente, adaptada para o padrão e necessidades locais. Por exemplo, no caso do chicote de um veículo europeu, que tem mais itens de segurança e com uma eletrônica embarcada mais complexa, é necessário fazer uma tropicalização, ou seja, o projeto do chicote é adaptado para o veículo que será produzido no país. O desenvolvimento, desta nova versão do chicote, é conduzido pelo time de engenharia local da Forsis, com o suporte da engenharia da Europa. Nesses casos, o desenvolvimento dos chicotes também é acompanhado pela montadora local que também tem o suporte da montadora no exterior. Conforme relatado nas entrevistas, existem alguns desenvolvimentos para veículos tropicalizados, que poderiam se enquadrar quase como um desenvolvimento completo, tamanho o nível de atividades realizadas pela engenharia local. Tomando o caso exemplificado de um veículo europeu, muitas vezes, o novo chicote precisa ser inteiramente repensado para as condições de manufatura locais, motores novos, equipamentos novos ou ausentes, e desta forma exigem um maior envolvimento das engenharias locais no desenvolvimento de componentes e soluções específicas.

3.1.4.3 O desenvolvimento completo

Nesta etapa o desenvolvimento pode ter duas alternativas. A primeira é o projeto de toda a rota do chicote, ou seja, de todos os segmentos presentes no veículo. Esta opção é a mais demorada, podendo chegar a mais de ano, dependendo do ritmo de revisões e alterações com a montadora. A segunda alternativa é o desenvolvimento chamado de parcial, que compreende apenas uma ou mais famílias de chicotes que podem ser completamente novas. Este tipo de desenvolvimento é muito comum nos derivados de veículos que, por sua vez, geram derivados de chicotes. Por exemplo, no caso de um derivativo sedan de um *hatch* já

produzido, a base do chicote já esta pronta, o desenvolvimento ocorrerá somente em famílias decorrentes da nova configuração, como a parte do chicote traseiro, e desta forma será mais rápido e menos complexo que uma versão inteiramente nova. Em todos os processos de desenvolvimento completo são feitos inúmeros protótipos que são submetidos a testes de laboratório e até testes no veículo, que muitas vezes também são uma versão protótipo.

No caso de chicotes, o desenvolvimento de um novo produto é feito com alguma referência na plataforma base daquele veículo. Projetos de veículos recentes, desenvolvidos no Brasil, onde a engenharia local teve grande destaque, como por exemplo, os casos do VW Fox, GM Meriva e GM Vectra (lançado em outubro de 2005), não tiveram um desenvolvimento exclusivo, pois todos estes veículos têm como base outros modelos. Semelhante ao tratado no trabalho de Consoni (2004), o desenvolvimento de um novo chicote parte como em um derivativo, variando o grau de similaridade de outro projeto já existente na mesma família da plataforma.

O desenvolvimento completo de um chicote elétrico para um novo veículo é oficialmente iniciado como os outros projetos, após a montadora enviar o SOR que é o documento descrito anteriormente contendo as primeiras idéias deste projeto. Antes desta comunicação oficial via SOR, o que geralmente acontece é a montara pedir novas cotações para projetos correntes. Oficialmente o propósito destas cotações seria de redução de custo, que mesmo atingida poderá não ser totalmente implementada. Nestas cotações são feitas propostas para novos componentes e as engenharias trocam muitas informações, que são consolidadas e enviadas na forma do SOR para os fornecedores. Neste documento estarão as informações de praxe, com algumas especificações da categoria do modelo e com conteúdo planejado, que este veículo terá, como por exemplo, ar condicionado, farol de milha, levantador do vidro elétrico. No SOR também é passado um esquema elétrico preliminar, contendo onde estarão localizados todos os conjuntos elétricos como, por exemplo, o alternador, o motor elétrico do limpador, a lanterna. Na fase inicial pré SOR uma boa comunicação e entendimento entre as partes envolvidas da montadora e do fornecedor são cruciais para a efetivação do negócio futuro. Um bom entendimento dos requisitos do cliente facilitará todo o trabalho futuro, uma vez que os objetivos serão mais claros.

Pela abrangência e grau de integração, todo o desenvolvimento é feito em conjunto com a engenharia da montadora; para tanto é comum a presença de engenheiros residentes dos fornecedores na montadora no Brasil e, eventualmente, até no exterior. A “rota” que o

chicote percorrerá na plataforma, junto com a concepção do novo produto, é desenvolvida virtualmente com o auxílio de CAD. Na figura 7 fica um exemplo da visualização da projeção 3D um chicote de motor.

Figura 7 - Projeção 3D de um chicote de motor (Fonte: Forsis)

Quando o desenvolvimento do projeto de um chicote é feito pela montadora em conjunto com um determinado fornecedor, não significa que este terá o fornecimento do chicote. Existe a possibilidade de a montadora pagar para o fornecedor realizar o desenvolvimento do chicote de um veículo e deixar o fornecimento a cargo de outro fornecedor. Outra possibilidade ocorre, quando a montadora divide o fornecimento em dois ou até três fornecedores diferentes, porém geralmente o projeto é desenvolvido somente com um. Na ocasião do desenvolvimento é comum a prática de se utilizar de componentes conhecidos ou soluções já utilizadas pelo próprio fornecedor o que, no caso de uma abertura de cotação o deixará em uma posição competitiva privilegiada.

A figura 8 ilustra o processo de desenvolvimento de produtos comentado acima, da empresa estudada. Em média a duração de todo este processo de desenvolvimento de um novo produto, do início até a aprovação final pela montadora, leva um ano e meio. A etapa de validação do processo é bem mais rápida e costuma durar por seis meses.

Figura 8: Processo de desenvolvimento de produtos da Forsis (Fonte: Forsis)

Após receber a aprovação da montadora é necessária a validação do processo para o início da produção. Nesta etapa, se for o caso de existir mais algum fornecedor designado à produção do chicote, a montadora passa o projeto que foi desenvolvido em conjunto com o outro fornecedor. Nestes casos, o segundo fornecedor receberia o projeto com as características de “*build to print*”, que foi comentada anteriormente. Nestes casos o fornecedor tem somente a função de produzir e não tem autorização para fazer qualquer tipo de modificação no projeto de autoria do outro fornecedor com a montadora.

3.1.5 O Papel do fornecedor de segunda camada – Tier 2

No desenvolvimento de um novo produto como o chicote, composto por diversos componentes, nem sempre o fornecedor de chicotes é o mais preparado para o desenvolvimento do sistema completo. Muitas vezes o fornecedor de chicotes acaba procurando ajuda de outro fornecedor especialista em algum determinado componente. Em linha geral o chicote pode ser composto em 15 linhas principais e distintas de componentes, conforme a tabela 3.1. Estes componentes possuem muita variação em relação às características e requisitos técnicos.

Principais componentes dos chicotes	
– Cabos	– Presilhas
– Buchas de Vedação (Grommet)	– Relês
– Caixa de Fusíveis (Central Elétrica)	– Selo de conector
– Calhas	– Selo de terminal
– Circuitos	– Terminais
– Conectores	– Travas
– Fitas	– Tubos e Conduites
– Junções	

Tabela 3.1 Principais componentes dos chicotes. Elaborada pelo autor.

Os conectores e terminais são um dos componentes mais complexos, que devem agüentar muitas vezes as condições mais severas possíveis sendo seladas, livre de metais pesados, resistentes a altas temperaturas de encaixe facilitado, entre outras características. Alguns detalhes a mais do processo de desenvolvimento dos conectores serão apresentados a seguir.

O *gromet* é uma peça de borracha que tem a função de isolar a passagem do chicote de um compartimento ao outro. O *gromet* é aplicado em algumas regiões como, por exemplo, na passagem do chicote do painel para as portas ou do interior do veículo para o cofre do motor. Nestes tipos de aplicação, algumas vezes tem-se a necessidade de se ter uma borracha especial com algumas propriedades específicas de dureza e resistência, e nada melhor do que contar com o especialista para este desenvolvimento.

Os seguintes componentes da tabela 3.1 também podem ser desenvolvidos e produzidos pela própria Forsis, como no caso de centrais elétricas, relês, calhas (dependendo da complexidade), conduites, circuitos e terminais. Não é o caso de descrever todos os componentes citados, no entanto vale a pena mencionar que o nível de desenvolvimento é avançado, sendo que um relê, recentemente, gerou uma patente para a Forsis Brasil. Os demais componentes são comprados de fora e geralmente não necessitam de um desenvolvimento específico. Alguns componentes são considerados padrão, como por exemplo, os cabos, que possuem bitolas, e características específicas padronizadas.

Quando algum outro fornecedor Tier 2, ou de segunda camada, é envolvido em alguma etapa do desenvolvimento, a engenharia da montadora pode acompanhar ou não, esta fase em conjunto com a coordenação do fornecedor principal, chamado de Tier 1. Porém em muitos dos casos, a montadora acaba não se envolvendo diretamente e o que prevalece é uma coordenação direta do Tier 1 com o Tier 2. Neste caso, pode-se utilizar o diagrama de como se dá o processo de desenvolvimento elaborado por Salerno, Zilbovicius, Marx et alii (2002) para ilustrar as relações com a participação do fornecedor de segunda camada, ou Tier-2, em contato no desenvolvimento conjunto com a montadora e o fornecedor Tier 1. O fornecedor Tier 2 muitas vezes pode até ter um projetista com uma estação de trabalho alocado dentro da engenharia da montadora para agilizar o processo de comunicação durante a fase de desenvolvimento. Além dos fornecedores e das montadoras temos a presença de laboratórios que atuam como terceiros no desenvolvimento de um novo chicote. A figura 9 ilustra o desenvolvimento de chicotes como comentado.

Figura 9 – Relações no desenvolvimento de chicotes

Ainda no estágio inicial de desenvolvimento, são montados os primeiros protótipos chamados de “mula”. Após esta fase inicial os protótipos são chamados de alfa (α), beta (β) e gama (γ). Estes protótipos são montados para testes realizados pela própria Forsis, como também para serem enviados à montadora ou laboratório. Algumas medições, como as de

interferência eletromagnética, devem ser realizadas no veículo protótipo completo. Este tipo de teste deve ser feito em câmaras anecóicas que só passaram a existir, recentemente, em uma montadora no Brasil. Para tanto o protótipo do veículo é enviado a um laboratório da montadora na Europa ou América do Norte. Neste caso o fornecedor trabalha como sede do projeto, em conjunto com a montadora no Brasil, e possivelmente com sua coligada no exterior. Outros testes relativos somente ao chicote e seus componentes podem ser feitos nos laboratórios do próprio fornecedor, ou em algum que seja previamente reconhecido pela montadora, como por exemplo, os laboratórios do IPEN, ITA ou de São Carlos.

Após os testes e validações feitos junto com a montadora e com todos os componentes eletroeletrônicos presentes, o chicote finalmente é submetido a uma aprovação final. Vale lembrar que os estudos financeiros sobre a viabilidade econômica e os riscos do projeto devem ser feitos logo nas primeiras etapas do desenvolvimento.

3.1.6 O desenvolvimento de conectores como Tier 2

Os conectores são os componentes que fazem a conexão do chicote com algum outro componente, como um módulo eletrônico ou até mesmo outro chicote. Pela quantidade e variedade de componentes um carro médio no Brasil possui por volta de 600 pontos de conexão e aproximadamente uma centena de conectores. Sendo que um conector pode ser responsável por mais de um ponto de conexão, chegando até a ter 64 vias, que possuem 64 terminais com funções distintas.

As conexões e terminais do chicote são desenvolvidos pelo fornecedor que deverá buscar como são as outras conexões dos conjuntos eletro-eletrônicos presentes desenvolvidos por diversas empresas. No mercado, existem por volta de 10.000 tipos de conexões e terminais e a cada novo projeto, dependendo da complexidade e das particularidades, alguns outros tipos terão de ser desenvolvidos exclusivamente.

A Forsis possui uma unidade de terminais e conectores que funciona como uma empresa de segunda camada, fornecendo para quase todas as principais empresas fornecedoras de chicotes no Brasil. Esta operação funciona independentemente da operação de chicotes, contando com uma engenharia própria. Adicionalmente, para evitar possíveis conflitos de interesse na relação com competidores, a área comercial também é independente.

Organizacionalmente estas duas operações, que possuem diretorias distintas, só estão juntas no reporte ao mesmo Presidente Regional. Esta unidade possui uma engenharia com capacidade e recursos para desenvolvimento local, desenvolvendo para a própria Forsis, para seus concorrentes e eventualmente para a própria montadora diretamente. Essa comunicação depende muito do grau de detalhamento que a montadora pretende passar no processo de cotação.

No trabalho de desenvolvimento de um novo projeto, geralmente a empresa trabalha como um fornecedor de segunda camada, com os engenheiros de chicotes como responsáveis pela coordenação. No entanto, na fase de desenvolvimento de um novo veículo mais complexo, a montadora chega a contar com o apoio de um projetista exclusivo para a área de componentes, contando inclusive com sua presença dentro da própria montadora. Segundo comentado nas entrevistas, isso vale para a Forsis como também para seu principal concorrente que atua da mesma maneira. Essa questão de concorrente também é interessante, pois esta empresa também é uma das principais fornecedoras para os chicotes da Forsis.

Na área de projetos, conforme o gerente de engenharia de componentes, os pontos de competência do Brasil são:

Nós temos uma grande fortaleza que é o projeto de plástico [dos conectores]... e nesta área de plásticos o Brasil tem sido muito criativo e elogiado (...) mas eu creio que é uma vantagem temporária por uns poucos anos até que a competência seja instalada lá [na China]. Este é um momento de aproveitar o barco fazendo projetos não para os EUA, mas para a Ásia...

Nos projetos para fora, na área de conexões, o Brasil está participando basicamente de três formas. A primeira é com o desenvolvimento dos próprios conectores para exportação. A segunda é com o desenvolvimento de ferramentais, onde o Brasil está sendo reconhecido dentro do grupo como um centro de desenvolvimento de ferramentais de baixo volume e custo para a injeção da parte plástica do conector. E, em terceiro, o Brasil tem participado transmitindo o conhecimento local, através de idas de engenheiros e reuniões globais com algumas operações de conectores na Ásia. Um exemplo foi o do gerente de engenharia de conexões que foi mandado para cuidar de uma unidade da Forsis na China.

3.1.7 As ferramentas de projeto de um chicote

O desenvolvimento de chicotes conta com algumas ferramentas que possibilitam uma melhor organização e avaliação das diversas etapas envolvidas no processo. Algumas ferramentas são mais complexas que outras, e são utilizadas de acordo com os requisitos do projeto.

A seguir são detalhadas algumas destas ferramentas utilizadas.

DFMEA (Análise dos Efeitos Potenciais de modo de falha do desenho): O DFMEA é utilizado no desenvolvimento de chicotes para melhorar a segurança, qualidade, confiabilidade, durabilidade, e também para baixar os custos. Uma análise com esta ferramenta poderá, por exemplo, indicar, se um *gromet* não for eficaz na vedação, quais serão as conseqüências, deste modo se tomam as devidas providências para evitar a possibilidade de um tipo de falha destas.

DFM: É uma ferramenta de avaliação através da qual se estabelece a viabilidade de manufatura do produto e das mesas de produção dos chicotes de acordo com os critérios da rota, ergonomia e complexidade da mesma, considerado também os critérios de custo envolvidos. Esta análise é feita pela engenharia de manufatura, que passa as considerações para a engenharia de produto.

RQA: É a avaliação física da qualidade da rota do chicote para análise preventiva de possíveis problemas e danos que afetem diretamente a vida útil ao chicote e por conseqüência sua garantia. Esta ferramenta pode ser substituída por uma montagem do chicote em um veículo protótipo.

CQA (Avaliação da qualidade dos componentes do chicote): O foco desta avaliação são os componentes que possuem algum histórico negativo nos dados de garantia junto aos clientes. O uso desta ferramenta possibilita a minimização, eliminação ou substituição dos componentes com problemas por outros, com melhor desempenho.

PQA (Avaliação da qualidade do produto): Ferramenta utilizada com foco em assegurar a qualidade do produto.

DFSS (*design for six sigma*) Esta é considerada uma ferramenta extremamente robusta e abrangente. Este tipo de ferramenta está começando a ser utilizada somente para projetos de novos componentes, que tenham um alto grau de requisitos. Este tipo de ferramenta requer o uso de outras ferramentas como, por exemplo, o próprio DFMEA, comentado anteriormente, e até análise de valor. Segundo um supervisor de engenharia da Forsis, que é *black belt*, esta ferramenta só compensa ser utilizada para projetos complexos, do contrário “*seria como matar uma formiga com uma bazuca*”.

No desenvolvimento de chicotes há o auxílio de ferramentas virtuais, que auxiliam muito na agilização do tempo de projeto. Um exemplo é o “*Digital Mock Up – DMU*”, que é o desenvolvimento de um protótipo virtual para simular a interface com todos os componentes. As ferramentas virtuais para o desenvolvimento da rota e do esquema elétrico dos chicotes dependem de estações de engenharia com varias opções de sistemas operacionais, de acordo com a utilização de cada uma das montadoras. Quando há um desenvolvimento conjunto com a montadora, ou mesmo um projeto encomendado do tipo “*build to print*”, a Forsis precisa ter a mesma linguagem¹² que o cliente.

Esta variedade sistemas impacta, segundo o gerente de engenharia em tempo, custo das licenças e especialização. Cada um destes sistemas tem um tipo de linguagem específica, o que requer treinamentos que podem durar até mais de um ano. Deste modo a empresa tem grupos de engenheiros especializados em cada tipo de sistema para atender as montadoras usuárias de cada respectivo tipo de linguagem.

3.1.8 As alterações de engenharia

O chicote, como apresentado anteriormente, tem inúmeras variações e está em contato com todos os sistemas eletroeletrônicos dos veículos e qualquer variação em algum destes componentes tem que ser absorvida pelos chicotes. Por estas características, a possibilidade de ocorrer alterações de engenharia é praticamente uma certeza, em linha com Clark e Fujimoto como foi apresentado anteriormente no capítulo 2.1. O que costuma variar é a

¹² A Forsis trabalha com diferentes tipos de sistemas, de acordo com a opção do cliente. Citando alguns destes sistemas: UG - Unigraphics, Catia, AutoCAD, VOBES, Capital M, Sacedica e Ived.

quantidade de alterações por projeto, que pode ser de menos de uma dezena até a ordem da centena, dependendo das particularidades.

O motivo de alterações de engenharia, chamados na Forsis de EWO – *engineering working order* –, foi apresentado por alguns dos entrevistados como um dos fatores de necessidade de uma engenharia com capacidade de desenvolvimento local. Desta forma as alterações seriam resolvidas mais rapidamente do que se dependesse de uma engenharia de fora. Este é um dos fatores que a o fato da engenharia ser local é vantajoso.

Os chicotes acabam apresentando tantas alterações por serem considerados um dos itens com menor custo e tempo de implementação de modificações. Porém conforme as entrevistas: “*o impacto logístico-administrativo que muitas vezes não é considerado é muito maior*”. Isto porque, em uma alteração de chicotes, existe uma série de itens indiretos que precisam de investimentos e tempo para que as modificações sejam implementadas, como por exemplo, os moldes de injeção de componentes, as ferramentas de estampagem, gabaritos de soldagem, mesas de montagem, entre outros.

No entanto as mesmas alterações de engenharia são as primeiras justificativas para uma limitação de uma possível exportação. Esta justificativa está embasada na quantidade de alterações que um chicote tem, principalmente na fase de desenvolvimento, até durante a produção. Desta maneira, em um processo de exportação por via marítima que demore por volta de um mês para chegar ao cliente, o lote de chicotes poderia já chegar defasado, no caso de qualquer modificação.

Durante as entrevistas, o gerente de engenharia de chicotes chegou a apontar que este seria um paradigma que precisaria ser quebrado. Há exemplos que foram citados como o do Toyota Corolla nos Estados Unidos que só teve duas alterações durante o ano, desta forma bastaria um controle de projeto robusto. Segundo o gerente de engenharia os chicotes poderiam ser produzidos até na China, desde que se tenha um domínio do projeto, e neste caso “*depende muito mais da montadora do que da chicoteira...agora a chicoteira tem uma responsabilidade grande neste processo também*”.

A China como opção de manufatura apareceu nas entrevistas como “*o próximo passo*” para as montadoras com projetos bem desenvolvidos e estabilizados. Pela utilização de mão de obra intensiva nos chicotes, a China seria uma opção para baratear os custos principalmente da Europa e Estados Unidos que atualmente tem grande parte da produção no

leste europeu e no México. Mas com controle de projetos estabilizado, nada impediria que a China também não venha a fornecer para o Brasil. Citando o gerente de engenharia, sobre esta questão:

É claro que [atualmente] injetar um coletor de admissão lá na China e colocar num veículo em qualquer parte do mundo, sempre vai ser extremamente mais controlável, do que produzir um chicote de motor na China e colocar em qualquer parte do mundo. Mas é possível chegar a este estágio que seria a evolução do desenvolvimento do veículo, do chicote, da manufatura do veículo e do chicote.

Em comparação, a Forsis no Brasil, durante o processo de implementação de um modelo com produção em diversas plantas ao redor do mundo, recebia por volta de 250 notificações de modificações do projeto por semana. Esta quantidade de modificações vinha do fato de ser uma administração de plataforma global, que apontava tudo que afetava a montagem do modelo no mundo inteiro. Neste caso era necessário fazer uma triagem para ver quais impactavam o chicote do Brasil, e após essa triagem ir ao cliente e “fazer as negociações de que embora afetassem [as alterações], quantas e quando é que realmente iriam ser implementadas”. Estas alterações muitas vezes eram coisa de milímetros de reposicionamento de um clipe, aumento ou redução de um isolante, aumento do comprimento de um circuito. Então eram necessárias reuniões semanais com a montadora para fazer a análise do que implementar, do que não afetava o Brasil, do que afetava, e do que afetava e poderia não entrar.

Ao ser questionado se estas alterações de engenharia indicavam um erro no desenvolvimento do projeto, o gerente de produto da Forsis apontou que “isto mostra um projeto desenvolvido de forma não consistente e mostra uma montagem do veículo não consistente ao redor do mundo”. Este gerente explicou que se o processo de montagem também não é homogêneo, então o posicionamento e a seqüência de montagem do chicote também não o será. Neste caso, a montadora acatava as solicitações de cada uma das plantas e liberava no sistema as alterações que poderiam ser ou não implementadas, e às vezes uma modificação por solicitação de uma planta interferia em outra, e assim por diante formava-se uma “bola de neve”.

Como exemplo de projeto brasileiro com poucas alterações de engenharia, um exemplo citado foi o dos chicotes de painel do Celta, no caso os outros chicotes são fornecidos por uma empresa concorrente. Para este modelo, a Forsis fornece os chicotes do painel à empresa que monta o painel completo dentro do condomínio da GM em Gravataí. Neste caso, o projeto do carro tem um bom nível de desenvolvimento e uma simplificação em

termos de variação de montagem, tem alguns pacotes de versões e opcionais. Citando um dos entrevistados:

Acho que a GM conseguiu fazer um bom trabalho de marketing identificando quais as características do produto que seriam mandatórias, então ela identificou algumas faixas de fabricação do veículo e isso facilita bastante a manufatura e controle do carro e do chicote.

Então, as modificações existentes nos chicotes de painel do Celta são poucas. Muitas das alterações existentes são forçadas por propostas de redução de custos, e não por uma necessidade técnica ou de mercado. Nestes casos são modificações de detalhes de acabamento, chamadas pelas montadoras de “modificações cosméticas”, que buscam uma redução de custo. Este modelo de poucas modificações não é restrito ao Celta pelo fato de ser um carro mais simples. A própria Forsis era a fornecedora dos chicotes do Audi A3, considerado um dos carros mais luxuosos fabricados no Brasil, que só tinha quatro datas ao longo do ano para fazer as revisões dos desenhos e efetuar as modificações.

3.1.9 O desenvolvimento dos chicotes do Meriva

O Meriva foi um projeto derivativo do Corsa de terceira geração¹³, que teve no Brasil sua sede de projeto. Este modelo foi desenvolvido para produção no Brasil, com foco no mercado da América Latina, e para produção na Espanha, destinada ao mercado europeu. O Meriva pode ser considerado um caso de sucesso para a engenharia brasileira, sendo um dos veículos derivativos completos com maior grau de atuação da engenharia local (CONSONI, 2004).

O desenvolvimento dos chicotes do Meriva, segundo levantado nas entrevistas, foi um grande marco para a consolidação e avanço da engenharia de sistemas de distribuição eletroeletrônicos da Forsis, como também da GM no Brasil. Antes deste programa, a grande maioria dos projetos de arquitetura eletroeletrônica tinham de ser tocados com soluções técnicas seguindo normatizações da Opel, que é o braço europeu da GM e era a responsável pela arquitetura elétrica dos veículos leves produzidos no país. Todos os projetos tinham o

¹³ No Brasil o primeiro Corsa lançado foi semelhante ao de segunda geração da Europa, em 1994, com a plataforma S4200.

conceito “*same as Opel*” o que engessava o desenvolvimento de soluções locais. Sobre esta questão, um dos gerentes de engenharia comentou que na época:

O [conceito] “same as” foi muito forte, tinha que ser tudo igual, eu até cheguei a ouvir de gerente, diretor de engenharia que se o Opel pegasse fogo a cor da chama tinha que ser a mesma [do brasileiro].

Quando existia uma solução técnica já utilizada pela Opel não havia restrições em utilizá-la nos projetos locais. Caso houvesse a necessidade de se utilizar qualquer variação do projeto, para atender uma questão específica do mercado local, as alterações precisavam seguir os critérios de especificação e validação estipulados pela Opel. Todas estas restrições ocorreram porque na época pré-Meriva, a prioridade da GMB¹⁴ era justamente a velocidade em colocar veículos novos no mercado, e rever o portfólio de produtos dela. O gerente de engenharia da Forsis comentou “*coisa rápida é copiar o que está pronto, sem ter que validar, à medida que você faz alteração, você tem que validar*”; para a validação, dependendo do caso, o projeto pode demorar até um ano a mais. Além da questão do tempo, existem todos os custos de engenharia envolvidos durante este período.

Para este projeto do Meriva foram estabelecidos quatro times de trabalho, Forsis Brasil, Forsis Alemanha, GM Brasil e Opel. Estes times tiveram um intercâmbio muito grande de informações e na coordenação de tarefas, mas a responsabilidade técnica pelo projeto como um todo ficou no Brasil, tanto na GMB como na Forsis, e, como comentado nas entrevistas, com uma “forte influência” da Europa em ambos os lados.

Pelo lado da montadora, segundo levantado nas entrevistas com a GMB, o projeto foi dividido em duas partes de acordo com o processo de desenvolvimento de produtos da GM. A primeira parte, que era a mais pesada em termos de trabalho, foi a da arquitetura que ficou sob responsabilidade do Brasil, com o acompanhamento de perto da Opel. Esta parte por ser inicial era a base do sistema, independentemente do mercado. E por ser a base, houve uma forte participação da Opel para passar os inputs referentes às necessidades e requisitos europeus. Segundo as entrevistas com a engenharia da montadora, este suporte da Opel, na época do desenvolvimento da Meriva, ocorreu porque a GMB ainda não era “global” e deste modo não tinha a competência necessária sobre os requisitos da Europa. A segunda parte é a chamada de veículo; esta fase, segundo um supervisor de engenharia da GMB, é a parte da “perfumaria”, onde são agregados os últimos opcionais referentes a cada mercado. Nesta parte

¹⁴ GMB é a sigla para a General Motors do Brasil, que localmente vende veículos com a marca Chevrolet.

o projeto foi dividido entre o Brasil e a Alemanha, e neste caso a Meriva voltada ao mercado da América Latina ficou sob a responsabilidade do Brasil, e a Meriva européia com a Alemanha.

O fluxo correto seria de a Forsis Brasil fazer os projetos dos desenhos e enviar para a GMB, que colocava no sistema e fazia as revisões, chamadas de *design reviews* com a Opel. Após a revisão, se o projeto estava de acordo com a GMB e também com a Opel, ele era considerado aprovado para a Forsis Brasil. Então neste projeto existia uma primeira aprovação com a GMB e uma segunda aprovação com a Opel.

Com relação à aprovação oficial da Opel, ela vinha via GMB, que era o contato da Forsis Brasil. Antes dos desenhos chegarem à Alemanha, eles eram revisados formalmente pela GMB e informalmente pela Forsis Europa. Esta revisão informal com a Forsis na Alemanha era para o time de lá dar um *feedback*, afinal eles também seriam responsáveis pelo fornecimento dos chicotes. De qualquer forma a Forsis Brasil estava presente na Opel representada por um engenheiro residente, que teve um papel fundamental na comunicação, que será detalhado adiante.

Neste intercâmbio de times de trabalho, alguns impactos foram muito grandes pela diferença dos países, principalmente as questões relativas a custo e volume de produção. No Brasil o volume de produção era muito menor que o da Europa, vide tabela 3.1.9, assim como o custo de produção.

CVA	2002	2003	2004	2005	2006
BRA	9.655	27.493	36.707	34.079	31.249
ESP	430	155.053	196.046	181.838	171.616
Total	10.085	182.546	232.753	215.917	202.865

Tabela 3.1.9: Volume de produção da Meriva no Brasil e na Espanha.
Elaborado pelo autor com dados da Global Insight, Outubro de 2006.

Nas entrevistas realizadas na Forsis, foi relatado que este conflito entre volume e custo foi “*bastante crítico em termos de negociação*”. Neste caso, de maneira geral, o desenvolvimento de ferramentais também tinha um custo menor no Brasil, só que o maior volume de produção estava na Europa; esta disparidade gerou uma “*guerra de mercados*”. Esta disputa foi motivada pela decisão de onde seriam realizados os investimentos, quem iria pagar os ferramentais, e quem iria desenvolver. Inicialmente o Brasil deveria até ter uma

participação maior nestes desenvolvimentos como citado pelo gerente de engenharia do produto da Forsis:

Foi feito um rateio na fase inicial do projeto baseado nos aspectos mais técnicos e econômicos. A decisão era uma maior quantidade de ferramentas e produção de peças específicas no Brasil. Porém, no decorrer do projeto, esta condição foi sendo alterada, reavaliada e a maioria das ferramentas de novos componentes acabou sendo colocada para a Europa, em detrimento a um menor custo de desenvolvimento no Brasil.

A Forsis Brasil, por ser a responsável técnica pelos componentes, sempre esteve envolvida nos desenvolvimentos de componentes, mesmo nos casos em que foram realizados na Europa, pois era a Forsis Brasil que passava os desenhos para a GMB. O gerente de engenharia, ao ser questionado sobre as razões e justificativas desta mudança de planos durante o desenvolvimento, se eram fatores políticos ou de capacidade técnica, comentou:

Nós tínhamos dois fatores, o fator político foi o que decidi; agora, o fator político foi decidido em cima de um fator “capacidade”, ainda não confirmado. Nós falamos que podíamos fazer, mas nunca tínhamos feito para uma plataforma global. Então, qual o grau de confiabilidade que você pode transmitir para uma Opel, e para uma Forsis Alemanha, que você vai fazer, que você vai atingir os cronogramas, que você não vai ter surpresas de custos? Então você não pode falar que tem capacidade, você precisa comprovar. E este comprovar é difícil, muitas vezes você precisa apresentar o resultado, mas você não tem o crédito para fazê-lo.

Nesta fase do desenvolvimento dos ferramentais, outro ponto mencionado, influenciado pelo fator político, foi a possibilidade de reduzir empregos na Europa. Ou também, de não utilizar a cara mão de obra especializada e disponível da Europa, para o projeto de um carro que posteriormente a fase de desenvolvimento seria produzido e comercializado lá. Em relação ao conteúdo dos carros, conforme relatado, neste período as diferenças não eram “tão gritantes” e desta forma, as soluções técnicas questionadas foram muito mais em termos de montagem e custos de montagem, que para a realidade brasileira era uma e para a europa outra.

Na manufatura dos chicotes, como comentado anteriormente, há necessidade de utilização de mão de obra intensiva, e desta forma, as plantas para os chicotes da Meriva estavam localizadas em regiões consideradas mais baratas. Para o Brasil, a etapa de manufatura ficou no Sul de Minas Gerais e para a Europa, as plantas estavam inicialmente localizadas na Espanha e em Portugal. Hoje a maioria das plantas fornecedoras já foram para outros países próximos como: Romênia, Sérvia e Turquia. A maioria das plantas de chicotes da Forsis na Espanha e em Portugal foi ou estão sendo fechadas, principalmente pelo efeito do fortalecimento do Euro. Como comentado pelo diretor de engenharia, “o próximo passo é a

China”, na busca por regiões com estrutura e mão de obra barata para a produção de chicotes para o mercado europeu.

Na etapa de produção, em linha com a questão custo versus volume, os chicotes tinham que ter soluções técnicas, principalmente as ligadas a manufatura, bastante diferentes e incompatíveis. Estas diferenças eram entre as regiões, isto é, algumas soluções da Forsis Brasil estavam de acordo com os requisitos da GMB, porém eram críticas tanto para a Opel como para a Forsis Alemanha.

Por exemplo, no desenvolvimento focando a manufatura, a melhor opção para a passagem dos chicotes dentro do veículo para o Brasil era uma solução mais barata com a utilização de tubos corrugados, fitas e espumas, esta era uma opção muito mais viável do que soluções com estes materiais para o mercado europeu. A utilização deste tipo de solução requeria uma mão de obra mais intensiva para fazer toda a proteção dos cabos. Para o mercado europeu a melhor solução para a mesma passagem seria o desenvolvimento de calhas, que pré definem a rota e facilitam muito mais a montagem dos chicotes no veículo. A adoção desta mudança propiciava uma menor utilização de mão de obra na produção do chicote, como também para a montadora uma redução do tempo de montagem do produto na linha de montagem do veículo, porém esta solução custava mais caro. Este tipo de produto em si sai mais caro, e obrigatoriamente exige o desenvolvimento de mais componentes, de uso específico para cada tipo de configuração do veículo. A adoção de calhas, no caso da versão européia, possibilitou uma condição melhor de montagem e de acabamento, por ter, por exemplo, menos pontos de fixação no veículo. Segundo as entrevistas, alguns critérios como estes de pontos de fixação afloraram durante o processo de desenvolvimento conjunto. Neste caso, a diferença de qualidade em comparação com a versão brasileira não foi significativa, a questão era puramente de conceitos divergentes que impactavam principalmente no grau de automação da manufatura do chicote.

Quando a GMB revisava o projeto com a Opel, a Forsis Brasil tinha um residente na Opel que também recebia os desenhos. O Brasil mandava os desenhos para liberar na GMB e na Forsis Alemanha (via GMB), e depois de aprovado estes desenhos iam para o residente que era responsável por liberar para o sistema de manufatura na Europa, um desenho *build to print* para a produção. Este residente pegava os desenhos e colocava no sistema, recebia os inputs, fazia as correções, e voltava para o sistema. Citando o gerente de engenharia na fase do projeto Meriva: *“Então o ponto chave neste processo foi a comunicação, que foi muito boa,*

porque este fluxo caótico de informação começa a rodar e todos querem dar pitaco, querer mudar sem ter autoridade...”

A figura 10 representa de uma forma simplificada, “os canais oficiais” durante o desenvolvimento dos chicotes da Meriva. Existia uma ligação muito forte entre a GMB e a Forsis, que eram a sede do projeto. Havia outra ligação muito forte entre a Forsis Brasil e a Forsis Alemanha, e o mesmo entre a GMB e a Opel. Para a Forsis Brasil não existia um contato direto com a Opel, os requisitos da Opel vinham pelo canal oficial com a GMB, ou informalmente pelo residente e pela Forsis Alemanha. Segundo o gerente de engenharia da Forsis neste período, a engenharia da Forsis Alemanha, eventualmente até ia à Opel discutir sobre este projeto, “*e tinha muita coisa que eles [Opel] reclamavam da própria GMB e desta forma indiretamente para nós [Forsis Brasil]*”. Nestes casos, a Forsis Brasil efetuava as alterações comentadas e, desta forma, ajudava no relacionamento entre as empresas na Europa, onde a “*Forsis Alemanha ficava bem com a Opel*”.

Figura 10 – Relações simplificadas no desenvolvimento dos chicotes da Meriva.
Elaborado pelo autor com base nas entrevistas.

A comunicação entre as engenharias foi um fator importante durante todo o processo de desenvolvimento, como levantado com os entrevistados. A Forsis Brasil, para auxiliar o link entre as engenharias da Alemanha e do Brasil, sempre contou com a presença um engenheiro residente na Opel e na GMB. Estes residentes eram a ligação da Forsis e faziam a comunicação primeiramente no entendimento dos requisitos do cliente e, desta forma, passavam para “*dentro de casa de uma forma traduzida*”. Este processo garantiu que os dados de entrada do projeto para a Forsis Brasil fossem bastante robustos. Ao todo, durante o tempo de desenvolvimento dos chicotes da Meriva, a Forsis mandou três engenheiros residentes para

a Alemanha. O engenheiro residente, por estar dentro do cliente, servia de ponte por conhecer com quem falar dentro da estrutura da Forsis, como também por estar dentro do cliente Opel e GMB conhecia a quem endereçar os assuntos mais rapidamente. No lado da Opel, também existia a vantagem da comunicação, onde os engenheiros da Forsis Brasil podiam se comunicar até em português, e o residente se encarregaria de falar com os alemães.

Com o time de projeto a GMB puxava, analisava os detalhes apontados na Europa, pegando os inputs da Opel, e traduzia para a Forsis Brasil; da mesma forma, a Forsis Brasil tinha um residente que traduzia da Opel para a Forsis Alemanha e também para o Brasil. Neste fluxo de informações, segundo o gerente de engenharia deste programa, chegou a acontecer que: “*Muitas vezes a engenharia da GMB não compreendia a Opel...*”, e vice-versa. Nestas horas chegou a acontecer das regiões estarem mais em linha do que as próprias empresas, ou seja, a Forsis Alemanha tinha mais sinergia com a Opel e a Forsis Brasil com a GMB.

O fato de a GMB seguir em projetos anteriores o conceito do “*same as Opel*” não foi suficiente para garantir uma total uniformidade entre as engenharias. Segundo relatado, quando havia um projeto para ser incorporado no Brasil era diferente de projetar para a Opel, porque para isso era necessário entender as características de lá, como as da linha de montagem, operação e até mão-de-obra. Para auxiliar o processo de desenvolvimento, foram estabelecidas reuniões de *design reviews* cara a cara, em fases críticas do projeto, com os times envolvidos. Nestas reuniões, quando era o caso, também foram chamados os fornecedores de segunda camada que participaram do desenvolvimento, como no caso de conectores, feito pela própria Forsis e das calhas feito por um fornecedor externo no Brasil.

Alguns componentes voltados exclusivamente para o mercado europeu foram desenvolvidos localmente pela Forsis, como foi o caso das calhas, em co-design com outro fornecedor, de capital estrangeiro. Neste caso, de componentes exclusivos para a Europa, o que era desenvolvido aqui, era enviado para a Europa para uma revisão com o grupo de componentes. Neste caso, funcionava ao contrário, o fornecedor de segunda camada projetava em co-design, com *design reviews* com a Forsis Brasil que, por sua vez, fazia os *design reviews* com a engenharia e a manufatura da Forsis na Alemanha. Estas revisões foram muito importantes para a engenharia da Forsis Brasil receber alguns inputs específicos das condições de manufatura européias e isso retroalimentava o projeto que, como mencionado, estava com a responsabilidade pelos componentes no Brasil.

Os conectores e terminais foram projetados na Forsis Alemanha, com o acompanhamento da engenharia de componentes do Brasil. Neste momento, a decisão pela localização na Europa deu-se em função principalmente dos recursos necessários para o desenvolvimento de um projeto deste porte. Por exemplo, foram alocados cinco designers com dedicação exclusiva somente para este projeto. Segundo o gerente de engenharia da época, o Brasil até “*teria competências*”, mas não dispunha de “*recursos suficientes de engenheiros para atender a quantidade e velocidade necessária*”.

Uma razão adicional aos recursos de engenharia, que o diretor de engenharia da Forsis, na época do projeto, apontou como limitador de o Brasil não ter desenvolvido integralmente o projeto dos chicotes, foi o fato da GMB não ter sido designada para o desenvolvimento do projeto completo da versão européia. Como comparação, no caso do desenvolvimento completo da Meriva a Opel, contribuiu com aproximadamente 30% do veículo (CONSONI, 2004, p.189).

Na fase final do desenvolvimento dos chicotes da Meriva na Europa um engenheiro brasileiro que havia trabalhado inicialmente no projeto no Brasil foi para a Forsis na Alemanha para ajudar os engenheiros europeus a descobrir possíveis pontos de redução de custos. Um detalhe interessante é que este engenheiro residente era especialista em redução de custos e, após o término do programa Meriva, auxiliou no início do desenvolvimento dos chicotes do Vectra europeu, que tem uma plataforma diferente e mais complexa que a brasileira. Este tipo de iniciativa é importante para difundir algumas soluções brasileiras de redução de custo, como também para envolver a engenharia em novas soluções mais específicas de modelos com maior conteúdo.

Durante este processo, as engenharias da Forsis e da GMB amadureceram muito, e citando o gerente da Forsis responsável por este projeto, sobre a evolução da engenharia e o seu constante foco no cumprimento de prazo:

“A engenharia da GMB também amadureceu com este carro. Foi uma liderança muito forte durante o tempo todo, com um foco enorme em prazo, e até a gente [Forsis Brasil] questionava se era necessário fazer mais uma ferramenta para fazer no prazo, e pedia para adiar um mês que seria possível atender [sem exceder o custo] e não era aceito(...). Nós tivemos do nosso lado que reinventar um monte de coisas para poder atender os prazos, e criar condições que permitissem as validações sem atraso.”

3.1.10 O desenvolvimento dos chicotes do novo Vectra e a nova versão do Corsa ou “quem vê cara não vê coração”.

A terceira geração¹⁵ do Chevrolet Vectra no Brasil é um caso que é interessante por se tratar de um veículo de projeto brasileiro com base no Astra Sedan, que era um derivativo parcial do Astra Hatch de projeto europeu.

O Vectra brasileiro foi concebido para ser de um segmento superior ao Astra, porém tinha que ser competitivo para que o programa fosse aprovado. Para atingir um patamar mínimo de competitividade, este novo veículo não poderia ser próximo do Vectra europeu, que é uma plataforma que, se viesse a ser produzida no Brasil, não seria competitiva, o que não a tornava economicamente viável para uma empresa que precisava gerar resultado.

Este veículo teve todo o seu desenvolvimento de design e engenharia realizado pelo time brasileiro. O design da parte frontal é baseado na versão atual do Opel Astra, porém da coluna B para trás a concepção é inédita.

O desenvolvimento dos chicotes do Vectra foi um caso em que a Forsis e a montadora ganharam graças a um bom relacionamento e trabalho antecipado. Segundo levantado nas entrevistas, inicialmente a GM pretendia basear o desenvolvimento no modelo de arquitetura eletroeletrônica do Vectra europeu. Os chicotes da versão européia do Vectra, se fossem simplesmente tropicalizados, seriam mais caros principalmente pelo fato de ser uma arquitetura mais complexa. Em compensação, a do Astra Sedan brasileiro tinha sido desenvolvida localmente pela Forsis e possuía uma arquitetura mais barata e já conhecida da engenharia da GMB.

Após várias conversas entre as engenharias na fase inicial de desenvolvimento a GMB soltou o documento para a cotação, o SOR, nos moldes do esquema elétrico do Astra Sedan.

O resultado final do desenvolvimento dos chicotes do Vectra é que, ao contrário do esperado, houve pouco desenvolvimento de novos componentes para esta versão. De desenvolvimento completo houve somente algumas calhas de passagem e um conector de ignição. O restante de maneira geral foi desenvolvido seguindo o modelo do Astra.

Durante a pesquisa sobre o desenvolvimento dos chicotes do Vectra, um modelo que foi muito citado, pela Forsis e pela montadora, como exemplo de forte atuação local e que ocorreu pela mesma época, foi o caso de um novo desenvolvimento dos chicotes do Corsa de segunda geração. Este modelo, visto por fora, parece que teve menos trabalho de engenharia local do que o Vectra; porém, contra as aparências, o novo desenvolvimento dos chicotes exigiu mais dos engenheiros brasileiros.

Este veículo, também conhecido pelo código de 4300, foi lançado no Brasil em 2002 com uma arquitetura eletroeletrônica bastante sofisticada, baseada no modelo da Opel. O problema é que esta versão foi concebida originalmente para rodar com um conteúdo eletroeletrônico superior à realidade local, contando inclusive com uma central eletrônica exclusiva para comandar todos estes recursos. Esta central eletrônica chamada de BCM – *Body control module*, é a responsável pela multiplexação dos sinais. Em carros com maior conteúdo, a utilização desta BCM é um fator de economia, pois ela gerencia o uso dos equipamentos e desta forma a quantidade de cabos e componentes do chicote é menor. Porém utilizar este sistema complexo para um carro que às vezes não tinha nem vidros e travas elétricos era um fator que encarecia o modelo desnecessariamente.

Com o objetivo de reduzir o custo desta versão, a GMB chamou a Forsis para desenvolver o projeto “4300 BCM removal”. Como requisito básico a montadora colocou que o consumidor final não poderia ver e nem sentir nenhuma diferença em relação à versão com BCM lançada em meados de 2002. Com a retirada deste componente, o desafio era fazer cada um dos demais componentes funcionarem sem um gerenciamento. Por exemplo, no painel de instrumentos as informações chegavam por uma rede sinais comandados pela BCM; com sua retirada, os sensores do carro tinham que se comunicar diretamente com o painel. Mesmo simples interruptores que antes mandavam um sinal, agora precisariam mandar potência. O resultado prático disto é que a quantidade de cabos e componentes aumentou e os condutores precisaram ter suas bitolas aumentadas. No balanço final o custo foi reduzido, apesar do aumento com relação aos cabos. O ponto que reduziu o custo foi a retirada do módulo eletrônico e todas as conexões usadas para comunicação com este módulo, que são para condução de sinais. Para manter as condições visuais iguais as da versão com a BCM, foi

¹⁵ No Brasil a primeira geração do Vectra foi lançada no segundo semestre de 1993 e a segunda no segundo semestre de 1996. Ambas eram versões muito próximas das fabricadas pela Opel na Europa. A terceira geração foi lançada em outubro de 2005 e é exclusiva da região.

colocada uma tampa para caixa de fusíveis do compartimento do motor maior que a necessária, só para manter a parte estética e o usuário final não se incomodar com a diferença.

Com relação a uma aprovação da Opel por mudar as características do projeto, o supervisor de engenharia da GMB comentou: *“Teve 100% de autonomia, e a necessidade de prestar contas para fazer alterações não houve, mas a Opel ficou sabendo o que a gente estava fazendo de maneira positiva [pela redução de custos] e se interessou.”*

O interesse da Opel não foi para um uso no Corsa europeu, pois aparentemente a retirada da BCM não geraria a mesma redução de custo devido ao elevado grau de conteúdo do carro, mas sim para outros projetos. A intenção da Opel nesta solução, conforme as entrevistas, foi mais no sentido de conhecer uma solução viável para um mercado emergente.

Olhando os casos dos chicotes do Vectra e do *“Corsa 4300 BCM removal”*, que a princípio levavam a conclusões preliminares incorretas, e tiveram atuação de engenharia distintas, vale a conhecida expressão “quem vê cara não vê coração”. Esse ponto, é bom lembrar, vale exclusivamente para os chicotes.

3.1.11 A participação da engenharia brasileira em projetos do exterior e suas limitações

A Forsis Brasil tem responsabilidade pelos projetos de chicotes da região da América do Sul. No entanto, a atuação da empresa é mais restrita ao Brasil, principalmente, e à Argentina, devido às características das engenharias locais. Os outros países da região representam aproximadamente 10% do volume da produção regional e têm seus modelos originados de outros países, até do próprio Brasil e da Argentina¹⁶ (GLOBAL INSIGHT, 2006; SINDIPEÇAS, 2006). No caso de chicotes a engenharia de projetos e de manufatura está concentrada no Brasil, principalmente entre duas cidades em São Paulo e uma de Minas Gerais. É do Brasil que saem os projetos e os chicotes, da Forsis, que serão montados em veículos da América do Sul. A interface com a montadora também varia, nos casos de chicotes que a Forsis Brasil fornece para outros países, além da Argentina, o desenvolvimento é brasileiro. Em casos de desenvolvimento para Argentina, a interface com a montadora, não

necessariamente será só com o Brasil. Por exemplo, em um desenvolvimento dos chicotes do Peugeot 307, fabricado na Argentina, a engenharia da Forsis Brasil trabalhou com interfaces com a engenharia da montadora do Brasil, da Argentina e da França, seguindo um projeto francês. Porém, os casos que a engenharia da Forsis teve maior atuação local, foram de veículos desenvolvidos no Brasil.

Uma outra forma da Forsis Brasil participar de projetos voltados para o exterior ocorre no caso dos chicotes de veículos desenvolvidos localmente, e que são exportados. Nestes casos, o conceito da arquitetura eletroeletrônica dos carros é o mesmo e as alterações são específicas de aplicações destinadas aos mercados de destino. Estas alterações podem ter graus de complexidade distintos, que podem variar de mudanças de motor¹⁷ a uma simples luz de sinalização diferente.

A participação da Forsis Brasil em projetos de chicotes para veículos que não serão produzidos na América do Sul é mais limitada. Atualmente quando ocorre, a atuação tem sido no sentido de fornecer idéias e exemplos de algumas soluções que foram desenvolvidas na região. O maior trabalho para fora já realizado foi o caso apresentado do desenvolvimento de grande parte dos chicotes da Meriva, da versão que seria produzida na Europa, mas que teve sede do projeto no Brasil. Em relação a outros trabalhos, eles foram mais voltados a um papel característico de fornecedor de segunda camada, discutido anteriormente. Segundo as entrevistas realizadas, o desenvolvimento de um projeto completo para outra região ainda não foi realizado.

A principal justificativa, levantada durante as entrevistas, para a falta de trabalhos desenvolvidos para outras regiões, quando o Brasil não é a sede do projeto, é o fato da constante necessidade de integração com a montadora e com os fornecedores envolvidos. Além desta justificativa imediata e não totalmente embasada, apareceram outros aspectos, não tão explícitos, mas que podem fazer diferença em uma decisão.

A confiança na capacidade da região apareceu durante as entrevistas como um fator importante, pois esta é uma condição necessária básica para a transferência de

¹⁶ O Brasil, em maior volume, e a Argentina mandam modelos desmontados, chamados de CKD, que são montados na Colômbia, Equador e Venezuela. O principal destino é a Venezuela e alguns exemplos destes modelos enviados são: Ford Fiesta e EcoSport, GM Corsa e Astra, Toyota Corolla e Hillux.

¹⁷ Os chicotes de motores de carros exportados possuem diferenças de acordo com as características de mercado, principalmente em se tratando de um motor diferente, como no caso de carros que possuem motores diesel, que não são permitidos para aplicações em veículos leves pela legislação brasileira.

desenvolvimento e liberação de verbas para investimentos, e o Brasil ainda não é reconhecido como um fornecedor forte de projetos para outras regiões. Este conceito de “forte” é em relação a dois principais pontos: o primeiro seria quanto à quantidade de trabalhos desenvolvidos e o segundo em relação à complexidade envolvida. A questão de quantidade formou-se ainda no período de início das atividades de engenharia local, que eram muito dependentes de fora. Atualmente, com o aumento do número de desenvolvimentos locais, o Brasil já é reconhecido como um centro capaz de desenvolver soluções locais, mas ainda faltam mais casos práticos de desenvolvimentos globais para propiciar um aumento de confiança.

O segundo ponto vem do fato dos projetos brasileiros serem reconhecidos como “inferiores” aos de outras regiões pela realidade de adotar um conteúdo tecnológico mais reduzido. Conforme levantado nas entrevistas, esta espécie de discriminação corporativa ocorre aparentemente por dois aspectos impeditivos. O primeiro seria a falta de confiança de que com a capacidade técnica local seria possível desenvolver um veículo com as mesmas características da Europa e Estados Unidos, que possuem um conteúdo embarcado maior. O segundo ponto é que a engenharia do Brasil, realmente, aplica as suas competências visando um carro mais simples com soluções mais baratas, como necessário às condições de mercado locais. Também foi levantado nas entrevistas que, se os atuais projetos locais fossem feitos fora, dificilmente seriam adequados e competitivos no mercado local, como os que são atualmente desenvolvidos. Mesmo sendo uma necessidade local, requerida pelas montadoras, há uma dificuldade dos outros times entenderem a realidade brasileira. Vale citar um executivo da Forsis Brasil sobre a visão de fora, principalmente dos Estados Unidos dos projetos locais: *“quando nós vamos aos Estados Unidos falar de um carro popular, um carro de baixo conteúdo, eles falam que é um jungle car”*. Esta classificação foi também empregada, quando um engenheiro da Forsis Brasil estava nos EUA buscando alternativas de arquitetura eletroeletrônica para fazer propostas para um modelo que está sendo desenvolvido e partilhou com o time quais as propostas utilizadas nos últimos desenvolvimentos, que foram muito bem recebidos pelas montadoras.

Segundo o mesmo entrevistado este *“jungle car”* ou numa tradução literal “carro da selva”, tem esta conotação por ser *“um carro que para eles [os americanos] seria do tempo das cavernas, o carro para a floresta, por ser um carro para índio e não um carro em que se possa aplicar tecnologia”*. Este executivo apontou que esta é a imagem que principalmente os Estados Unidos têm de projetos de baixo custo. A Europa, talvez por conhecer de perto a

realidade do leste europeu, aparentemente tem menos esta visão por conhecer melhor quais as diferenças de um modelo para um mercado emergente, e de outro, com maior conteúdo para um mercado desenvolvido. Segundo este entrevistado:

Onde o americano enxerga jungle car, o europeu consegue distinguir entre carro mercado emergente ou carro mercado desenvolvido de uma maneira mais clara. Então ao justificar esta condição para um alemão, ele pode não aceitar para o mercado dele, mas ele entende.

A realidade do “jungle car” é que ele não possui uma série de equipamentos presentes em um carro de mercado com características de maior poder aquisitivo. No entanto, ele é o mais adequado para a realidade local. Por exemplo, nos Estados Unidos praticamente não há transmissão mecânica nos carros. No mercado brasileiro que é muito influenciado pelo custo e não pela comodidade, segundo o entrevistado: “*O jungle já começa na transmissão mecânica. O ar condicionado, que lá todo carro tem aqui está próximo da metade com a diferença de que lá muitos têm controle eletrônico*”. Estes seriam alguns pontos mais evidentes, junto com as diferenças de índice de aplicação de ABS e *air bag*, entre outros, de por que o carro brasileiro não é sofisticado, e desta forma auxilia a criar esta imagem negativa.

Esta associação é também de certa forma óbvia, pois, segundo levantado, se o carro tem menos conteúdo, o chicote também terá menos conteúdo, desta forma, a solução é mais simples em função da necessidade do veículo. Se o conteúdo é bem menor ele não justifica uma aplicação de eletrônica e utilizá-la, nestes casos, pode significar um custo maior, como discutido anteriormente no caso do “Corsa 4300 BCM removal”.

Apesar das adversidades encontradas, foi relatado que a confiança no Brasil, principalmente do lado dos europeus, está aumentando, mas ainda existem resistências. Segundo o gerente de engenharia:

O projeto Meriva foi um marco e a gente vem crescendo [a importância na organização] nesta consolidação de competências, mas nós somos ainda sub-analisados se nós formos falar em relação à Europa e Estados Unidos, ainda tem este conceito de que nosso projeto é inferior.

Estas resistências precisam ser trabalhadas nos mais diversos níveis hierárquicos da empresa, e as oportunidades existentes de desenvolvimento em contato com as engenharias de fora precisam ser muito bem aproveitadas e executadas. Desta forma, com ações concretas é que também será possível reduzir este tipo de limitação.

Como fator facilitador de atração de projetos para a região, o custo de engenharia brasileiro, aparentemente já não é o mesmo do gráfico apresentado na seção 2.5. e os outros países que também apresentavam um custo vantajoso estão se movimentando. Em linha com os custos de engenharia, neste caso referindo-se a projetos para o exterior de componentes dos chicotes, o gerente de engenharia de componentes mencionou:

(...)o custo de um engenharia hoje é semelhante com o do México (...) ainda é muito mais barato que os Estados Unidos e Europa, mas competitivamente a gente ainda perde para o México (...) o que nós estamos fazendo hoje, a Forsis Ásia não tem uma expertise ainda, eu digo ainda porque eles estão voando com o pé em baixo, tudo acontece muito rápido.

Este gerente comentou que um diretor de engenharia da Forsis na Ásia, em visita ao Brasil, mencionou que aqui há uma grande capacidade em projetar e que precisava discutir mais. Como resultado desta conversa, o Brasil recebeu um pacote para desenvolver o projeto da parte plástica dos conectores para um projeto de alto volume, inclusive para os padrões asiáticos. Como relatado, nesta área de plásticos o Brasil tem sido muito criativo e elogiado, a questão será por quanto tempo. Citando o gerente envolvido neste projeto sobre este ponto: *“(...) mas eu creio que é uma vantagem temporária por uns poucos anos até que a competência seja instalada lá [na Ásia]. Este é um momento de aproveitar o barco fazendo projetos não para os EUA, mas para Ásia...”*.

Nos componentes, a presença no início dos projetos é muito importante, pois é nesta hora de definição do tipo de arquitetura que são definidos os tipos e famílias dos componentes que serão utilizados para o chicote. Em relação à criação de centros globais de desenvolvimento de veículos, como o proposto pela GM, o gerente de engenharia de componentes, comentou com receio que:

“(...)se o Brasil não se posicionar na engenharia do local onde o carro vai ser produzido, então será bem possível que nós vamos ficar fazendo clones (...) se a gente não estiver atuando. Então a região responsável pelo desenvolvimento, que está próxima do cliente que está desenvolvendo, acaba tendo uma função preponderante nas decisões, na influência, e na utilização de componentes”.

Na área de componentes, mais especificamente de conectores e terminais, um ponto relevante é que a manufatura, em oposição aos chicotes, é de capital intensivo. Por esta razão, o volume exerce uma influência muito pesada. Então quando se analisa os volumes brasileiros em uma escala global, o interesse não é tão grande e desta forma fica mais difícil aprovar um plano de negócio. Segundo o gerente de engenharia de componentes, pela manufatura ser bastante automatizada estes componentes podem *“até ser produzidos nos Estados Unidos*

competitivamente comparado com a China”. Neste caso os equipamentos seriam os mesmos e o custo tenderia a ser mais barato na China, mas “*o diferencial competitivo começa a diminuir*”, ainda mais se começarem a ser computados outros custos como a logística. Sobre uma perspectiva futura, este entrevistado mencionou:

Eu vejo no futuro uma direção da gente também trabalhar produtos de uma forma global, com administração global. Deixar o regional ser significativo e partir para uma análise de resultado (...) como em um centro de lucros e perdas gerido globalmente, aí você fala em produzir terminal, vou produzi-lo aonde? Qual o volume mundial? Então [exemplificando] o melhor para a organização seria de colocar o estampo no Brasil, que exportaria para o mundo inteiro (...) que a visão de produto seja privilegiada em comparação com a regional, que hoje é mais forte (...) a gente reporta por região e não por produto.

3.1.12 A propriedade intelectual e a inovação nos chicotes

No caso de chicotes, a grande maioria dos registros de patentes é referente aos componentes, e não ao chicote como um todo. Os componentes por serem tão diversos, complexos e com diversas particularidades acabam tendo uma demanda específica, o que estimula o desenvolvimento para novas aplicações, podendo gerar uma patente. Neste caso estas patentes geradas são de design e, segundo o diretor de engenharia, não são consideradas o estado da arte, por não representarem uma grande invenção. Na realidade, o número elevado de patentes com relação aos componentes é fortemente motivado por conta de uma proteção daquela solução, e são chamadas de anti-patentes. Dentre os componentes, os conectores são os que apresentam o maior potencial para desenvolvimentos específicos por suas variações e aplicações. Estas patentes de componentes são geradas quase que em sua totalidade pelo exterior, principalmente pelos Estados Unidos e Alemanha. No Brasil, a Forsis possui algumas patentes relacionadas a componentes, mas seu rastreamento não obteve precisão suficiente para ser detalhado.

A questão da fraca cultura de valorização da propriedade intelectual foi levantada por alguns dos entrevistados. Ao ser questionado sobre a produção local de patentes, que é baixa comparada com o restante do grupo, o gerente de engenharia avançada enumerou alguns pontos desfavoráveis: burocracia no processo junto aos órgãos governamentais, ausência de uma cultura de valorizar a propriedade intelectual, e foco no resultado de curto prazo.

Recentemente a Forsis entrou com um pedido de patente no Brasil para um componente novo que propiciaria uma grande redução de custo aos clientes. Este componente que usa um conceito inédito para este tipo de aplicação, é uma espécie de relê mais desenvolvido, que pode substituir várias funções presentes em uma central elétrica, que teria um custo de aplicação mais elevado. Esta patente a princípio não será requerida nos grandes centros produtores, por se tratar de uma solução mais voltada a mercados emergentes; por enquanto há estudos de registrá-la nos mercados emergentes, onde sua utilização seria mais relevante.

Com relação à inovação, uma iniciativa interessante que partiu da liderança da Forsis no Brasil foi a discussão sobre a implementação de uma área de inovação local, dentro da empresa, com integração com as principais universidades brasileiras. Esta necessidade surgiu da visão por parte da liderança de que o negócio atual de arquitetura eletroeletrônica tende a ficar, devido a pouca taxa de inovação, cada vez mais “comoditizado”. Ao considerarmos a arquitetura elétrica convencional, esta tendência é ainda mais acentuada, visto que a maior parte da inovação está justamente na concepção da arquitetura eletrônica. O item “inovação” já aparece como uma requisição formal em algumas cotações para projetos futuros, que estão sendo desenvolvidos atualmente. Este requisito inédito é relacionado a novas propostas, de inovações incrementais, em relação ao produto como também ao processo de manufatura e logística¹⁸.

O apoio e integração com as unidades em outros países também será necessária. Quando implementada, esta iniciativa propiciará uma diferenciação do negócio da Forsis e facilitará a aproximação dos clientes no desenvolvimento de novos produtos, visto que a engenharia será um “ser pensante” e não uma executora de operações previamente estipuladas e padronizadas.

Um detalhe interessante é que a proposta de um centro de inovação na empresa foi concebida pela liderança local. Inicialmente, durante as primeiras discussões, a matriz não foi informada desta nova proposta, por ser ainda embrionária. Toda a estruturação, contando inclusive com apoio de uma empresa de consultoria, foi feita liderada pelo diretor de

¹⁸ Um exemplo de inovação na manufatura e logística foi a solução adotada e desenvolvida pela Forsis Brasil no fornecimento dos chicotes do Golf. A Forsis, que está dentro do condomínio da VW, e propôs uma solução de manufatura com uma variação de sistema *Just in Time*, chamada de sequenciamento, que, no caso de chicotes, era um sistema inovador. Posteriormente este tipo de solução também foi adotada no fornecimento do Fox produzido na mesma planta de São José dos Pinhais.

engenharia. O receio com relação a informar a matriz deve-se a uma característica centralizadora que poderia interromper, ou na melhor das hipóteses atrasar, o andamento do projeto. Ao finalizar o primeiro plano de criação deste centro a proposta foi levada para a matriz. Surpreendentemente, após a avaliação do diretor global de engenharia, o projeto recebeu o sinal verde para continuar com as próximas fases. Aparentemente a matriz ficou satisfeita com a iniciativa e terá o Brasil como uma espécie de projeto-piloto para o desenvolvimento de uma cultura inovadora.

3.1.13 As competências na área de chicotes em uma montadora

Os chicotes, por serem caracterizados como um sistema complexo, vital e com muitas interações, as montadoras, conforme levantado nas entrevistas, também tem uma engenharia especializada em sistemas de distribuição eletro-eletrônicos. Esta engenharia é fundamental para a montadora poder acompanhar ou até realizar um desenvolvimento, sem que ocorra a chamada deterioração de competências técnicas básicas que Clark e Fujimoto apontam como fundamental para garantir o poder de barganha da montadora. Entretanto, em um projeto caracterizado pelo co-design como os efetuados no desenvolvimento de chicotes, esta possibilidade é descartada pelo envolvimento conjunto das duas partes que ficam interadas das complexidades envolvidas.

Esta competência no desenvolvimento de chicotes não é homogênea entre as montadoras, sendo que as montadoras há mais tempo no país possuem uma maior experiência. Mas o diretor de engenharia da Forsis apontou que as mais recentes também têm se desenvolvido muito. Um exemplo é de uma montadora, destas chamadas de *new comers*, que está inclusive desenvolvendo um projeto em co-design com a Forsis Brasil para um modelo a ser produzido no futuro.

Nas entrevistas com a Forsis foi levantada a questão de como estas montadoras novas conseguem “adquirir” competência em chicotes. Aparentemente as OEMs se utilizam principalmente de duas estratégias complementares. Primeiro, elas buscam profissionais experientes no mercado local, dentro dos fornecedores ou de outras montadoras. Em segundo, elas promovem um intercâmbio com engenheiros próprios, de outros países, que estão familiarizados com a cultura e particularidades do desenvolvimento de chicotes da própria

empresa. Nas montadoras e nos fornecedores mais capacitados, esta migração de engenheiros entre as empresas, segundo um dos entrevistados, não é tão freqüente, mas acontece. Tivemos conhecimento que recentemente houve um caso deste tipo de migração envolvendo a própria Forsis. A empresa estava negociando um novo projeto com uma montadora e um dos engenheiros da montadora, envolvido especificamente neste programa, foi trabalhar em outro fornecedor, concorrente da Forsis, que acabou ganhando o programa de desenvolvimento e fornecimento dos chicotes.

Na GMB, onde foram realizadas algumas entrevistas, além dos pontos apresentados em outras seções, que tratam da interface com o fornecedor, buscou-se entender principalmente qual o papel da engenharia local frente à nova responsabilidade global do Brasil dentro da organização GM. Nesta nova fase da engenharia, onde a GMB ficou designada pelo desenvolvimento de picapes médias, a área de chicotes ainda não está efetivamente envolvida, com uma responsabilidade global. Segundo as entrevistas, a GMB está trabalhando de maneira global em alguns veículos de passageiros e em projetos menores. Este fato está em linha com o discutido na seção 2.2, de que ainda é muito cedo para avaliarmos o que significará para o Brasil esta nova estrutura global dentro da montadora.

Um destes projetos que pode ser mencionado é o caso do Saturn Astra, que é um carro do tipo *hatchback* semelhante ao Opel Astra atual. Este modelo recém apresentado ao público que começará a ser vendido nos EUA, no segundo semestre de 2007 foi em grande parte desenvolvido e adaptado pela engenharia brasileira. Esta versão é produzida na Bélgica e compartilha grande parte dos componentes com o Astra europeu, porém precisou ser adaptada para o mercado norte-americano. Os chicotes desta versão foram adaptados e desenvolvidos pela engenharia do Brasil com o apoio do fornecedor europeu atual, concorrente da Forsis. Segundo levantado, o Brasil ficou responsável por este projeto devido a uma sobrecarga de trabalho que havia na Opel. Por ser uma variação de um modelo da Opel, a engenharia da GMB teve o suporte sempre que necessário da Europa, mas o trabalho mais intenso foi realizado no Brasil.

A participação da engenharia da GMB, segundo levantado nas entrevistas, tem crescido e ganhado importância nas reuniões dos times globais de engenharia. O supervisor de engenharia de chicotes chegou a comentar que cada vez mais há interesse em ouvir o Brasil, principalmente porque a pressão pela redução de custo é a mesma e está ocorrendo no mundo inteiro. Como relatado, há uma dificuldade das engenharias de fora, mesmo as asiáticas, em

criar e utilizar os mesmos tipos de soluções como as adotadas pelo Brasil. Segundo este entrevistado, que esteve alguns períodos na China e Coréia, a engenharia da montadora na Ásia não sabe fazer um carro com pouco conteúdo, o que os torna mais caros; na Coréia, mesmo os carros compactos são completos e “*requintados*”, com muitas funções que aqui seriam opcionais. Este tipo de diferença prejudica para que um engenheiro inserido em uma realidade possa projetar da melhor forma para outra realidade. Como citado na entrevista, por exemplo, muita coisa que é discutida por aqui “*não passa nem por perto da Coréia*”, que sofre como todo o mundo uma “*forte pressão*” de custos.

Esta pressão pela redução de custos é originada pela disputa de mercado das montadoras, onde o controle efetivo do custo é vital para a manutenção da competitividade do negócio. Para lidar com esta pressão a montadora tem aproveitado desta estrutura de engenharia global para procurar as melhores práticas utilizadas. Neste caso o Brasil tem sido procurado como um consultor para a adoção de soluções que possam baratear o projeto final. Citando o supervisor de engenharia: “*é engraçado como algumas coisas são óbvias para a gente, mas na hora que chega lá, que vai conversar com um engenheiro e vê que para ele não só não é obvio como também é difícil de entender*”. Este papel dentro da organização GM, como foi relatado, tem sido muito importante para a engenharia do Brasil ganhar força dentro do grupo.

O suporte do Brasil para a Coréia que, como citado na seção 2.2, ficou com a responsabilidade global por carros pequenos dentro da GM e tem um brasileiro como engenheiro chefe, já está ocorrendo. Como o exemplo do supervisor de engenharia entrevistado que já foi para a Ásia, outros casos também estão ocorrendo e deverão continuar. Este fluxo de engenheiros brasileiros da GMB indo para o centro de desenvolvimento da GM na Coréia esta ocorrendo para que haja uma troca de experiências e os brasileiros possam passar um pouco da experiência de soluções de baixo custo adotadas por aqui.

3.2. O caso da Empresa Copa

A Copa é uma empresa multinacional, do tipo sistemista, originária de algumas divisões de autopeças de uma montadora. Analogamente a empresa Forsis, está presente em diversas regiões do mundo. No Brasil opera com 3 unidades produtivas e tem aproximadamente 3000 funcionários. As suas principais linhas de produto são: *cockpits*, painéis de instrumentos (*clusters*) e rádios.

A escolha desta empresa vem da exposição em alguns seminários do setor e conversas paralelas, onde se comentou da existência de uma engenharia com capacidade de desenvolvimento destas linhas de produto localmente, sendo que a empresa também está participando de desenvolvimento de alguns produtos para outras regiões como, por exemplo, a Europa. Além disto, tomou-se o cuidado de apresentar uma linha de produto que não fosse concorrente direta da Forsis, para que não houvesse uma possível omissão de detalhes importantes para o correto entendimento e posicionamento das competências locais da empresa. Dois projetos de sucesso desenvolvidos localmente pela empresa foram os módulos do painel do Mercedes Benz Accelo e do Ford EcoSport, que são abordados neste estudo de caso.

A intenção do estudo deste caso é conhecer a capacidade de desenvolvimento da engenharia local em um item como o *cockpit*, ou o painel completo de um automóvel. O *cockpit* é considerado um dos conjuntos mais caros de um veículo novo. Este complexo sistema agrupa o painel de instrumentos, a coluna de direção com chave de setas, o rádio, controles de ventilação e ar condicionado, *air bag* e alguns botões e interruptores de comando, como por exemplo, acionador do farol, dos vidros, das travas, do pisca alerta entre outros. O *cockpit* com estes recursos, funções e controles fica em constante interação com o motorista e com os passageiros do veículo. Além de todas estas funções, o *cockpit* tem uma função estética muito importante para o estilo, que influenciará a percepção do consumidor final. O conjunto do painel de veículos também tem sido objeto de estudos presente em alguns trabalhos recentes (ANDO, 2004; GRAZIADIO, 2004; MELLO, 2006; REHDER, 2006), porém não houve grande enfoque na questão da participação da engenharia local no processo de desenvolvimento. Para o caso, pretende-se abordar o processo de desenvolvimento de painéis e verificar qual foi a atuação da engenharia local, da matriz e como foi o processo de integração no desenvolvimento, com a engenharia da montadora e outros fornecedores. Outro

ponto que se pretende investigar são os casos de desenvolvimento de produtos não destinados ao mercado local. Neste caso, interessam quais foram os fatores direcionadores para este processo: se foi uma competência específica, custo mais barato ou sobrecarga de atividades nos grandes centros.

3.2.1 A capacidade de desenvolvimento local

A empresa Copa opera com diversas linhas de produto na região, porém nem todas possuem uma engenharia com capacidade e recursos para realizar desenvolvimento local, contando somente com um time de engenharia de aplicação. As áreas da Copa que possuem uma engenharia com estrutura e capacidade de desenvolvimento local são interiores, sistemas de áudio e *clusters* (painel de instrumentos). Porém, como mencionado anteriormente, as outras áreas que não são relativas à de interiores não serão abordadas neste estudo, para não entrar em conflito com as áreas de atuação da Forsis e com isso preservar a coleta de informações.

O segmento de painéis faz parte da área de interiores de veículos, e é uma parte que afeta diretamente o estilo do veículo. Por esta característica, existe muito envolvimento da montadora em todo o processo da definição do escopo do projeto. Neste caso também depende do nível de localização do projeto e das capacidades locais de engenharia da montadora. Se é uma montadora já bastante “enraizada” ou se é uma das chamadas de “*new comers*”.

Sobre este ponto específico, é relevante explicitar o que foi comentado pelo diretor geral de engenharia da empresa Copa:

O que acontece é que as montadoras mais tradicionais, já têm um desenvolvimento local mais forte, com mais autonomia para a decisão de estilo do carro. Algumas das [montadoras] mais novas que chegaram recentemente estão começando a querer fazer alguma coisa local nesta área e outras dependem totalmente da matriz.

Segundo o mesmo diretor, as montadoras mais recentes no país estão começando a aprender que projetos vindos de fora, além de possuírem alguns problemas de adaptação, como será discutido adiante, acabam ficando mais caros do que se tivessem sido desenvolvidos localmente. Uma alternativa que, por exemplo, é usada é a de adotar um estilo europeu com soluções locais, que além de reduzir o custo, tornam o projeto mais robusto e

adaptado para as severas condições de rodagem brasileiras. Simplificando, este é um caso onde a parte exterior do painel é praticamente idêntica à versão européia, porém o interior com as partes de estrutura, fixação e isolamento acústico é significativamente diferente e mais apropriado para as necessidades de utilização e para os custos brasileiros.

Nas montadoras que estão há mais tempo no país e que têm maior autonomia no processo de desenvolvimento, a interação com os fornecedores começa desde o início da concepção do escopo do painel. Nesta fase de concepção, o co-design com o fornecedor é liderado pela montadora e são definidas as idéias de estilo, acabamento, matéria prima, cor e viabilidade, porém os projetos locais são fortemente direcionados ou adaptados para que apresentem um custo mais baixo que as versões de mercados mais desenvolvidos¹⁹. No exemplo de caso de um projeto europeu com um acabamento diferenciado, com apliques, ao se localizar, para o Brasil, muitos detalhes são eliminados ou simplificados para proporcionar uma redução de custo. Esta redução de custo pode ser tanto em relação ao material empregado, como em relação ao processo de manufatura que pode ser simplificado. Segundo foi levantado durante as entrevistas, montadoras como Toyota e Honda costumam não realizar estas adaptações no Brasil, o estilo e as especificações vêm do Japão e dos Estados Unidos e dificilmente existem alterações no projeto do painel.

3.2.2 Origem da competência

A Copa no início de suas operações no Brasil foi muito focada em componentes eletro-eletrônicos, e a linha de negócio de interiores não fazia parte do portfolio local de produtos. O único contato da engenharia local da empresa com painéis era na hora de integrar componentes eletrônicos como o rádio no painel, que era desenvolvido por outro fornecedor, ou até pela própria montadora. Como exemplo a VW chegava até a desenvolver os painéis internamente para se garantir de qualquer problema ou atraso com um fornecedor (ANDO, 2004). A linha de painéis, que faz parte do segmento de interiores, foi iniciada há pouco mais de uma década como parte de uma estratégia de expansão local para suporte a uma nova família de veículos que seriam produzidos pela montadora “mãe” no Brasil. Isto é, esta linha

¹⁹ Os painéis de veículos mais utilizados no Brasil são do tipo de superfície rígidas, moldados e injetados na própria cor final, também chamados “molded in color hard pannel”. Este tipo de opção é mais barata do que versões muito utilizadas na Europa e Estados Unidos que apresentam acabamentos superficiais diferentes com tratamentos especiais, superfícies complexas e apliques.

de produtos já existia no exterior com conhecimentos próprios, e a possibilidade de fornecimento inicial para uma nova família de produtos que a montadora “mãe” começaria a produzir no Brasil, sem contar as possibilidades futuras, geraram a atratividade necessária para a nacionalização do produto.

O desenvolvimento das competências locais de engenharia se deu em etapas, porém considerando o tempo de existência desta linha no país, até que foi rápido em comparação como outras empresas e linhas de produto. Estas etapas começaram com a vinda de um projeto proveniente da montadora “mãe” que já havia sido desenvolvido na Europa, e onde o Brasil receberia a tecnologia transferida possibilitando a manufatura e fornecimento local. Em seguida começaram os projetos que exigiam alguma modificação, que era feita localmente, e os projetos de tropicalização onde as modificações em linha com o mercado local são maiores. Finalmente, os desenvolvimentos locais feitos em conjunto com as montadoras. A competência local foi se formando pela experiência adquirida nos projetos localmente, que costumavam contar com engenheiros de fora para auxiliar o desenvolvimento. Além disto, a empresa buscou mandar engenheiros para participar de times de desenvolvimentos de projetos no exterior, como uma forma adicional de capacitar a engenharia local com o conhecimento de novas práticas utilizadas em projetos que seriam produzidos mais tarde na região, ou até mesmo de projetos exclusivos do exterior. Estas práticas propiciariam um aprendizado e competência que vem sendo utilizados inclusive para os desenvolvimentos específicos para outras regiões, que serão discutidos adiante. A figura 11 apresenta esquematicamente como é que estas competências em desenvolvimento evoluíram na Copa Brasil.

Figura 11 - Evolução das competências em desenvolvimento de produtos. Elaborado pelo autor com base nos casos apresentados.

Além das experiências com a engenharia de fora, grande parte deste desenvolvimento local mais acelerado ocorreu pelo intenso contato que há entre a montadora e o fornecedor nos processos de novos projetos. Este contato costuma ocorrer no Brasil, com a engenharia local e a engenharia de fora que pode estar residente na montadora ou no fornecedor.

3.2.3 O caso do Mercedes Benz Accelo

O Accelo é um caminhão leve da Mercedes Benz que foi desenvolvido para um uso majoritariamente urbano. Este veículo para uso em entregas teve como base o conceito semelhante ao de uma picape. Este caminhão, segundo Rehder (2006), foi desenvolvido no Brasil da cabine ao chassi e contou com um intenso trabalho conjunto da montadora com seus fornecedores. A própria Daimler Chrysler²⁰, em seu site, apresenta o projeto do Accelo como sendo um desenvolvimento local (vide anexo D). Neste projeto foram investidos cerca de US\$ 160 milhões, o que representa uma quantia elevada para o projeto de um caminhão.

O projeto do Accelo foi realizado de forma centralizada na montadora em São Bernardo do Campo, e os times da Daimler da Alemanha, da Copa e mesmo de outros fornecedores do exterior ficaram na “ponte” matriz – subsidiária do Brasil durante este projeto, principalmente na fase inicial de concepção.

Na Copa, o projeto do Accelo foi um marco para a engenharia brasileira por ter sido o primeiro desenvolvimento local com co-design com uma montadora, e teve um papel fundamental no desenvolvimento das competências locais. Anteriormente a Copa era um centro de aplicação, que já tinha algum conhecimento sobre o produto, mas ainda não possuía condições de realizar um desenvolvimento. O caminhão que foi lançado em 2003 teve o projeto, também chamado de LTC – *Light Truck Concept*, iniciado por volta de 1998. A Copa ficou responsável pelo desenvolvimento do painel e, além disso, o revestimento das portas e os demais componentes internos injetados. O término do projeto ocorreu em 2002 e a empresa passou a fornecer o painel completo montado para a Mercedes Benz. Segundo Toledo (2002, p.93):

²⁰ A DaimlerChrysler é o grupo detentor da marca Mercedes Benz, e foi originado fusão da Daimler-Benz AG e da Chrysler Corporation, ocorrida em novembro de 1998.

O fornecimento de sistemas ou módulos é um fenômeno recente que vai se consolidando na indústria brasileira de autopeças. Para reduzir os custos de desenvolvimento de componentes e de gestão de suprimentos, as montadoras estão tendendo a comprar de seus fornecedores, ditos de primeiro nível, subconjuntos, módulos ou sistemas. Com isso, os custos de estocagem e emissão e controle de ordens ficam com os sistemistas que passam a gerir a base de suprimentos de segundo nível.

Após ganhar o programa deste novo caminhão, o início do projeto foi dentro da própria Mercedes, em São Bernardo do Campo, onde um time de engenharia da Copa ficou residente durante grande parte do tempo do desenvolvimento conjunto. Nesta fase inicial o time da Copa era composto principalmente por americanos com experiência em painéis de veículos leves, principalmente de caminhonetes. O controle do desenvolvimento, da parte do fornecedor, era do gerente de painéis brasileiro que contava com um time no local, formado por brasileiros e estrangeiros e outro time nos Estados Unidos, de interiores, que prestavam o suporte. É interessante observar que, no início do desenvolvimento do programa, a Copa ainda era uma subsidiária de montadora, porém este detalhe não chegou a ser um empecilho. A Mercedes Benz sabia da separação programada da Copa e a experiência global da empresa principalmente em picapes leves era um item que teve grande relevância durante o projeto. Também foram assinados os contratos de confidencialidade de praxe num projeto destes, para evitar as trocas de informação e proteger qualquer inovação aplicada neste projeto. Abaixo, a figura 12 ilustra as relações entre os principais envolvidos no projeto do painel do Accelo.

Figura 12 – Esquema das relações entre as engenharias no desenvolvimento do painel do Accelo. Adaptado pelo autor para representar o caso com base em Salerno et alli (2002).

A Mercedes Benz no Brasil, com este programa novo, entrou em contato com novas tecnologias na área de painéis. A própria estratégia de parceria da DaimlerChrysler com os fornecedores para painéis era recente e, segundo dados apresentados por Rehder (2006), o primeiro caso de desenvolvimento conjunto havia ocorrido quatro anos antes do início deste programa. Porém, neste caso, havia vários fornecedores de componentes para o painel que eram integrados pela própria montadora. Rehder (2006) aponta que a montagem do conjunto completo por um único fornecedor não foi viabilizada por falta de competência e de atratividade no negócio. No projeto do Accelo, a Copa ficou responsável por fornecer as partes plásticas injetadas da porta e o conjunto completo painel. Desta forma ela integraria todos os outros componentes, presentes no painel, em um único sistema que antes eram fornecidos separadamente, facilitando a operação de montagem para a Daimler. A tecnologia usada era a mesma empregada em picapes, que era a utilização de material injetado, o que propiciava ao motorista na cabine “*a sensação de se estar em uma picape*”, que era o desejo do time de concepção e estilo da montadora.

Nos dois primeiros anos de desenvolvimento onde a participação da engenharia da Copa dos Estados Unidos foi intensa, os engenheiros estrangeiros eram alocados no exterior, mas ficavam na DaimlerChrysler em São Bernardo do Campo perto de trinta dias, que era o

máximo permitido por lei²¹ e desta forma auxiliavam no andamento do projeto. Segundo o gerente de engenharia de interiores, durante esta fase o desenvolvimento simultâneo era bastante integrado com a montadora, que não tinha desenvolvido um conceito semelhante de painel e a experiência da Copa em veículos leves “*caiu como uma luva*”. Este tipo de caso está em linha com o mencionado por Becker e Zirpoli (2004) dos ganhos de conhecimento e experiência para a montadora e para o fornecedor quando ambos os lados possuem algum conhecimento a mais, como foi o caso deste desenvolvimento. A montadora ganhou um projeto em linha com sua concepção e a Copa Brasil ganhou com toda a experiência do desenvolvimento conjunto.

Esta experiência de residência dentro do cliente, e o intercâmbio de informações entre os times, possibilitaram uma aquisição de conhecimento fundamental para os desenvolvimentos futuros. Segundo o gerente de engenharia da Copa,

“(...)os benefícios foram que nós aumentamos o know how da engenharia local; e a partir dele começamos a fazer desenvolvimentos locais para outros clientes e a criar tecnologia e know how em termos de validação, especificação, ou seja, todo o tipo de confirmação de engenharia; e também já começou a melhorar a nossa fase de desenvolvimento de ferramental. Porque até então, o que produzíamos aqui tinham seus ferramentais trazidos da Europa ou dos EUA”.

3.2.4 O relacionamento com a montadora

No desenvolvimento de interiores e painéis, segundo apurado nas entrevistas, o que geralmente ocorre é que a montadora fornece o estilo, e o fornecedor apresenta propostas, inclusive com novas idéias. Porém a montadora costuma não aceitar grandes alterações para não alterar o padrão de identidade visual da marca. Mas sempre é possível influenciar em alguns pontos, o que varia é o grau de aceitação da proposta, que oscila dependendo da montadora e do modelo envolvido.

A fase inicial, justamente por envolver a concepção e estilo do painel, tem um relacionamento intenso entre a montadora e o fornecedor. Esta convivência seria um fator determinante para a existência de uma engenharia local. Citando o Diretor geral de engenharia sobre estes aspectos:

²¹ Segundo o gerente de engenharia da Copa, os engenheiros que vinham de fora para o desenvolvimento do projeto eram chamados de *travelers* (viajantes) e tinham autorização para permanecer pelo tempo máximo de 30 dias.

Se a montadora quer fazer o estilo e desenvolver o painel aqui, e você é o fornecedor aqui, você tem que estar preparado aqui. Tem muita interação, porque às vezes você faz um negócio que dá interferência e tem que mexer, então eu diria que se a empresa não está preparada localmente ela não consegue atuar nesta área.

Segundo levantado durante as entrevistas, as montadoras mais antigas, que têm uma engenharia mais estruturada no país, possuem maior autonomia na área de painéis, no caso de projetos novos. Esta autonomia, conforme discutido nas entrevistas, geralmente ocorre em modelos desenvolvidos na região. A autonomia de projeto facilita as decisões locais e o processo de comunicação entre a montadora e o fornecedor na fase de concepção. Isto é, no desenvolvimento de um painel as matrizes, tanto da montadora como do fornecedor, acabam se envolvendo somente na fase de aprovação do conceito e estilo. Em casos de fornecimento de painéis de modelos de veículos que foram desenvolvidos em outros países, geralmente o projeto utilizado é uma adaptação muito próxima do original. Nestes casos, o desenvolvimento completo local seria desnecessário. E, havendo a presença deste fornecedor, o que geralmente ocorre é o *follow sourcing*²², onde o fornecedor que desenvolveu o painel junto com a montadora no exterior será o mesmo que irá fornecer o mesmo painel em outros centros produtivos do respectivo veículo.

No desenvolvimento de painéis que é uma parte que envolve o estilo do carro, existe uma disputa silenciosa que, segundo levantado nas entrevistas, poderia ser comparado ao caso popular de “o arquiteto e o engenheiro”. Os designers, responsáveis pelo estilo, seriam os “arquitetos” que chegam com uma série de idéias ousadas que são “censuradas” pelos engenheiros de projeto, preocupados com a concretização do projeto. Um exemplo seria de uma proposta, pelo lado dos designers, de um painel com muitas curvas e superfícies complexas que seriam não-factíveis, ou por questões técnicas, como no caso de um desacoplamento do molde de injeção, ou por razões financeiras que inviabilizariam o projeto. Neste caso, os engenheiros estudariam o conceito e fariam uma proposta de adequar ao máximo o projeto, dentro das limitações existentes, isto dentro da fase chamada de “*feasibility*”.

²² O *follow sourcing* é a escolha de um fornecedor com base em fornecimento corrente em outra região. Este tipo de atividade é muito freqüente em casos em que o fornecedor já fez todo o desenvolvimento do componente em outros mercados, e por uma questão de rapidez, economia e facilidade de administração para a montadora, ele é nomeado no novo centro de produção.

3.2.5 Trabalhos desenvolvidos para o exterior

A Copa, com o desenvolvimento de suas competências em engenharia, passou a ser uma alternativa de se terceirizar internamente o desenvolvimento de painéis para outras regiões. Estes trabalhos estão sendo feitos ainda há poucos anos, mas vêm tendo uma carga de trabalho e responsabilidades cada vez maior. Grande parte destes desenvolvimentos são partes de projetos para a Europa e EUA.

Segundo o diretor geral de engenharia e o gerente de engenharia de interiores da Copa, a questão de custos, como fator direcionador destes desenvolvimentos, tem muita importância, porém, além do custo, a habilidade para executar a tarefa é que acaba por definir a unidade que executará a tarefa.

Na Copa, a existência de centros de engenharia em diversas regiões do globo possibilita que alguns trabalhos possam ser distribuídos por outros países com “menos tradição” no desenvolvimento. A questão do custo também é importante, mas o que vai compensar a transferência de um projeto de uma região de alto custo de engenharia para outra, com custo mais reduzido, é a produtividade alcançada, e neste caso o Brasil tem se saído aparentemente bem, sendo que este fato alinha-se com o que foi comentado no capítulo 2. Com relação à transferência para outras regiões, vale a pena citar o comentário do diretor de engenharia da Copa em entrevista ao autor:

Isto hoje é normal, de maneira geral, todo mundo está trabalhando com China, Índia, Europa Oriental e o Brasil. É uma tendência de todo mundo jogar a engenharia para estas regiões e a Empresa Copa não está diferente, está tirando das regiões de custo elevado para estas regiões low cost. O que acontece é que a gente também é considerada região de low cost e recebe atividades. Aí tem o problema de custo, por exemplo, fala para mandar tudo para a China que seria mais barato. Mas tem o seguinte, às vezes para se fazer um painel na China são necessárias 5000 horas de engenharia e no Brasil eu faço com 3000. Pode ser que daqui dez anos isto já acabou, mas hoje existe isso. Então às vezes a pessoa prefere mandar até para nós, do que para a China. Mas eles estão se desenvolvendo, a China a Índia, isto é inevitável... o custo é importante, mas só custo não adianta, tem que ter custo e o skill (habilidade).

Neste comentário, o que preocupa é até quando o Brasil continuará com esta vantagem comparativa no quesito de produtividade. Os investimentos na China não só da Copa, mas de outras grandes empresas, tanto montadoras como sistemistas, têm sido muito elevados. Com os investimentos há muito intercâmbio de informações e a presença de muitos engenheiros residentes de outros países, inclusive do Brasil. Estes fatores combinados poderão qualificar a

China, que vem “*aprendendo rápido*” e, desta forma, as vantagens competitivas do Brasil não serão possivelmente tão relevantes.

Outro aspecto é que o processo de transferência de partes do desenvolvimento para outro país esbarra em uma questão política, porque poderia acarretar uma redução de empregos na matriz, o que pode gerar certa competição ou até desqualificação dos novos centros receptores. Na Copa, apesar das adversidades, este movimento de transferência de desenvolvimento para outros países está acontecendo. Esta iniciativa tem ocorrido por razões de reduzir o custo e ganhar competitividade; porém citando o diretor geral de engenharia da Copa sobre esta questão da desqualificação e transferência:

Se você for perguntar a um inglês, a um alemão, ele fala que não, que se for mudar para a China, os engenheiros [chineses] não sabem trabalhar e [os europeus] ficam boicotando. Mas esta fase do boicote acaba porque chega uma hora que o presidente fala para cortar o pessoal e bota lá [países com engenharia mais barata], vai na marra.

Nestes casos em que há transferência de desenvolvimento para outros países, a transferência não é do painel completo. A maior parte do trabalho executada pela engenharia deste outros centros, segundo o gerente de engenharia, são as “*partes transferíveis*”, que não requerem uma constante interface com o cliente, mas demandam um intenso trabalho de engenharia pesada, em termos de horas necessárias. Estas partes são as que teoricamente podem ser feitas em qualquer lugar, como a parte de CAD, o modelamento do painel e a parte chamada de “*feasibility*”. Mesmo assim, no caso da empresa na Europa, grande parte destas transferências estão ocorrendo para os países do leste europeu. As causas para este movimento, segundo o diretor geral de engenharia, seriam dadas pela facilidade proporcionada pela proximidade geográfica com a parte ocidental da Europa, combinada com uma engenharia competente, produtiva e de custo reduzido em comparação com o oeste europeu.

Nesta área de interiores, as partes de concepção, estilo e aplicação que exigem uma maior interação com o cliente são feitas pela engenharia do local que presta suporte ao cliente. Esta engenharia é a responsável por qualquer comunicação com a montadora, isto é, no caso de alguma necessidade de se falar com o cliente na fase de CAD, quem fará este contato será a engenharia do local. Por exemplo, em um caso de desenvolvimento de um painel para um carro na Europa, onde parte do desenvolvimento está no Brasil, a engenharia brasileira só entra em contato com a engenharia da Copa na Europa e somente esta é que contatará o grupo responsável pelo programa da montadora. Segundo levantado com o diretor geral de

engenharia, o time brasileiro teoricamente até poderia desenvolver um projeto completo para fora, porém uma iniciativa destas seria mais cara. Para um caso destes o time de engenharia teria que ficar pelo menos os seis meses da fase inicial alocada dentro do cliente; haveria o custo de mandar protótipos para o Brasil e do Brasil de volta para fora; e o time de aplicação precisaria estar ao lado do cliente. Este tipo de operação fica inviabilizada e não se justifica, por ter um custo mais elevado.

3.2.6 O desenvolvimento do painel do Ford EcoSport

O EcoSport é um caso de grande sucesso de mercado. Ele foi lançado pela Ford em 2003, no ano seguinte ao lançamento do Fiesta, com que compartilha a mesma plataforma do projeto Amazon. Este modelo, de acordo com dados da Fenabrave²³, é desde o lançamento o comercial leve mais vendido do país. Se pegarmos os dados de produção da Anfavea, o Fiesta também é o veículo comercial leve líder em volume de produção devido a, além do mercado interno, as exportações que vão principalmente para o México e países da América do Sul. O EcoSport é um veículo de uso majoritariamente urbano²⁴ que por ter um apelo de um veículo *off-road* atrai muitos consumidores encantados com um estilo mais robusto. Este apelo, que o posiciona numa categoria quase que exclusiva, tem sido apontado como o grande fator de sucesso do carro. Grande parte do desenvolvimento deste veículo foi feito pela engenharia brasileira.

No caso do conjunto completo do painel do EcoSport, ele foi um negócio ganho pela Copa, que já tinha ganhado o projeto do Fiesta, sendo que ambos fazem parte do projeto chamado de “Amazon”. O Fiesta, lançado em 2002, teve seu painel desenvolvido conjuntamente por dois times, um brasileiro e outro inglês. Neste caso a divisão de tarefas foi bem equilibrada entre os dois times. Apesar de haver um Fiesta produzido na Europa, o carro tinha algumas diferenças de estilo em relação ao modelo desenvolvido para o Brasil; além disso, a parte estrutural também era diferente. O painel era um caso que era diferente do europeu, e por não ser simplesmente um caso de tropicalização, teve que ser desenvolvido especificamente para o uso local. Recentemente, o Fiesta passou por um *face lift*, em fevereiro

²³ A Fenabrave é a Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores e em seu site (www.fenabrave.org.br) publica as vendas de automóveis e comerciais leves detalhadas por modelo.

²⁴ A versão com tração nas quatro rodas só foi lançada em 2005 e representa uma parcela pequena da produção de menos de 5%.

de 2007 e o painel desta nova versão apresentou significativas alterações de design e foi integralmente desenvolvido pela engenharia da Copa no Brasil. Esta experiência, ocorrida no primeiro desenvolvimento do Fiesta com o time de engenharia inglês, foi muito útil para o projeto do EcoSport, que foi baseado nesse projeto.

O desenvolvimento do painel do EcoSport durou próximo de 30 meses e foi desenvolvido integralmente pela engenharia brasileira da Copa, com o conhecimento local adquirido no projeto anterior. Esta autonomia foi obtida após o sucesso do projeto conjunto realizado no painel do Fiesta. A montadora participou ativamente da concepção e do estilo que eram em linha com o Fiesta; após o estágio inicial, a atuação da montadora foi mais na interface do projeto.

A Copa do Brasil ficou integralmente com a coordenação do projeto do painel e seus componentes, enquanto que a engenharia da Ford Brasil era a responsável pela coordenação geral da plataforma. Para o acompanhamento da Ford, o gerente da Copa responsável por esse programa respondia para um gerente da montadora, responsável pela área de interiores. Esse gerente da Ford era o responsável pela interface da montadora com a Copa. Segundo o gerente da Copa, a engenharia local foi a responsável pelo projeto, pois eram brasileiros tanto os engenheiros do time de desenvolvimento como os gerentes da Copa e da Ford.

As únicas etapas do desenvolvimento do painel do EcoSport realizadas no exterior, em um laboratório nos EUA, foram algumas das validações mais complexas, que exigiam o painel completo, inclusive montado no carro. Somente estes testes não puderam ser feitos localmente, visto que o nível de investimento para a construção destes laboratórios seria muito alto e a utilização baixa, o que não justificaria a localização destes testes que só existem em centros tecnológicos da empresa na Europa e Estados Unidos, conforme comentado pelo diretor de engenharia da Copa.

3.2.7 O desenvolvimento com outros fornecedores

Quando a Copa ganha o pedido para o fornecimento de um novo projeto de painel, não significa que ela será a responsável por 100% do desenvolvimento. A responsabilidade sobre o fornecimento de um módulo completo representa que a empresa será a responsável pela integração de todos os componentes presentes no módulo requerido. Estes módulos e

componentes que são somente integrados requerem a atenção da Copa somente nos pontos de interface com o painel, isto porque o desenvolvimento é conduzido pelas montadoras.

No painel existe uma série de componentes interligados, e estes podem ser desenvolvidos e/ou fornecidos por outras empresas. No caso de um desenvolvimento específico, a Copa é a responsável por passar todas as especificações e requisitos da montadora, que não interfere no andamento do processo. Por exemplo, no caso de um cinzeiro, um porta-copos ou até um porta-luvas, a Copa busca um fornecedor qualificado para aquela tarefa específica, e passa os detalhes do projeto, os testes a que a peça terá que ser submetida e um cronograma; e a empresa, dependendo da complexidade e da especialização, desenvolve a tarefa sozinha ou com apoio da Copa. Ao final, este fornecedor manda a peça final pronta para que a integração com o conjunto seja efetuada. Então, durante o desenvolvimento do projeto, há uma constante interação da montadora com a Copa e da Copa com seus fornecedores. A figura 13 apresenta um esquema simplificado das relações e interações que a Copa tem durante o processo de desenvolvimento e integração do painel.

Figura 13 – Esquema das interações do painel com outros componentes.
Elaborado pelo autor com base no caso apresentado.

A transferência do desenvolvimento da Copa para outro fornecedor também é em razão da busca de um especialista em determinado componente, o qual exigiria um conhecimento que a Copa não dispõe profundamente para um desenvolvimento isolado. Por exemplo, para este tipo de situação, vale a menção ao caso de uma borracha de vedação entre a parede corta-fogo, o painel e o pára-brisa, onde o fornecedor sabe fazer um estrudado de borracha que atenda as especificações técnicas exigidas pela Copa. O fornecedor da Copa, que

neste acaso atua como um fornecedor de segunda camada, e não tem contato com a montadora, pode estar participando do mesmo projeto para outro componente, atuando como um fornecedor de primeira camada. Por exemplo, no caso de um fornecedor de vedação, ele poderia fornecer as vedações de porta diretamente para a montadora.

Os fornecedores de peças para o conjunto são localizados no Brasil e utilizam a engenharia local nestes desenvolvimentos. Porém, segundo o gerente de engenharia, grande parte destes fornecedores são empresas de capital estrangeiro. Segundo o gerente de engenharia da Copa, “a base de fornecedores está com capacidade para fazer isso localmente”.

São fornecedores que em alguns casos, como nos difusores de ar, conseguem fazer com suas engenharias desde as etapas do conceito do projeto, até a entrega final de peças. Para outros fornecedores, menos capacitados localmente, a Copa faz o desenvolvimento inicial, da fase de modelamento, ou até projeto completo pronto para o fornecimento.

3.2.8 A ausência de um instituto dedicado a testes do setor automotivo

Para o desenvolvimento de um painel existe uma série de testes e simulações que devem ser realizados. Alguns podem ser feitos com o auxílio de realidade virtual e outros precisam ser feitos de maneira real. Para alguns destes ensaios específicos não há um laboratório ou instituição capaz de realizá-los localmente e nestes casos a Copa, assim como outras empresas recorrem a laboratórios no exterior.

Alguns tipos de teste de ciclagem de tempo de vida são bastante complexos e exigem que seja feito em uma câmara com o protótipo do veículo completo; nestes casos é comum mandar um ou dois protótipos para Alemanha, para os EUA ou França, dependendo de onde o laboratório estiver disponível. Segundo levantado nas entrevistas, este tipo de equipamento tem um custo muito elevado e, com a utilização requerida nos dias de hoje, o investimento não seria viável. Segundo o diretor geral de engenharia da Copa, as montadoras já tentaram, sem sucesso, se reunir junto com o Governo do Estado de São Paulo, o IPT e a AEA para criar um centro automotivo, onde iria haver túnel de vento e outros laboratórios específicos para testes comuns da indústria automotiva, que são ausentes no Brasil. Desta forma seria

possível evitar de embarcar uma série de carros para a Europa e Estados Unidos e realizar os testes localmente.

No caso da Copa, inicialmente não havia laboratórios com o conhecimento e/ou equipamentos necessários para alguns testes e validações específicos. A empresa chegou a desenvolver localmente alguns laboratórios onde havia alguma carência para fazer uma validação de matéria prima, fazer alguns ensaios de ciclagem, ciclagem térmica e de impacto. Segundo o gerente de engenharia, este também foi um “período de aprendizagem”. Isto porque a Copa neste período de desenvolvimento encontrou alguns laboratórios ligados a institutos de pesquisa, que também buscavam se aproximar do setor automotivo, e desta forma a parceria foi facilitada. Os incentivos para o desenvolvimento de laboratórios locais são compensadores: economia de tempo do cronograma do projeto e redução de custo. Anteriormente, para a realização de alguns destes testes, os painéis, ou subconjuntos, eram embarcados em caixas de 2 metros de comprimento, com uma logística complexa que poderia prejudicar o tempo de desenvolvimento, com um custo de envio caro, e com uma análise onde novamente a mão de obra utilizada seria mais cara.

3.3 Diferenças e similaridades dos casos

Os casos apresentados possuem algumas diferenças e similaridades que serão discutidas a seguir, em tópicos principais identificados durante o levantamento de dados e as entrevistas, realizadas pelo autor.

3.3.1 Origem das empresas

As origens das empresas são muito semelhantes, cada uma “nasceu” de dentro de uma montadora, sendo que há pouco mais de uma década foram agrupadas como um conjunto de divisões fornecedoras de autopeças; e são operações independentes, e com capital aberto, há menos de uma década. Esta “separação” possibilitou o ganho de novos negócios com outras montadoras, possibilitando a participação em uma maior quantidade de projetos, e desta

forma uma maior exposição da engenharia. Esta exposição possibilitou um contato com diversos times de engenharia de outras montadoras, e proporcionou um maior contato inclusive com as respectivas engenharias do exterior. Estes contatos com a matriz ou outras subsidiárias das empresas foram motivados por busca de experiência e competências ou pela participação de projetos em comum. A questão desta busca de competências ocorreu através de:

- Co-design com as montadoras;
- Treinamentos dos engenheiros no exterior;
- Participação de engenheiros brasileiros em projetos no exterior;
- Participação de engenheiros estrangeiros em projetos locais.

Estas atividades que tiveram um papel muito importante na origem das atividades locais de engenharia continuam sendo praticadas para a manutenção e aprimoramento das competências.

3.3.2 O *spin off*

A origem a partir de divisões de montadoras de ambas as empresas, no quesito de engenharia, teve um início diferente, chegando hoje a uma posição muito próxima. A semelhança hoje em dia está no fato que o *spin off* proporcionou aos olhos do mercado uma visão mais independente das empresas, não ficando com a imagem tão atrelada às respectivas montadoras-“mãe”. Essa desvinculação proporcionou para as duas empresas um aumento de negócios com outras montadoras, gerando, portanto, um aumento de atividades e exposição da engenharia local.

A Forsis começou a realizar trabalhos em chicotes para outras montadoras, assim que a divisão americana chegou ao Brasil, e a até ocorrer o *spin off* a empresa já tinha outros clientes além da montadora “mãe”, contando inclusive com uma planta dedicada a uma outra montadora. Desta forma a engenharia local pode trabalhar com outros tipos de conceitos e se expor mais, do que nos tempos em que a engenharia era diretamente vinculada à montadora.

Mesmo assim, a presença de uma divisão de uma montadora concorrente reduzia o grau de envolvimento da engenharia, se comparado aos dias de hoje.

A engenharia da Copa teve uma menor exposição com trabalhos para outras montadoras antes do *spin off*, por conta de dois fatores principais, além do fato de que era uma divisão de montadora. O primeiro foi por conta de sua origem mais recente, que teve poucos anos de operação pré-*spin off*. A segunda razão que dificultou foi por conta da singularidade do produto, que não pode ser subdividido em famílias da mesma forma que um chicote, e desta forma as opções até para simplesmente o fornecimento eram reduzidas. De qualquer forma a separação da montadora “mãe” foi fundamental para a desvinculação da imagem de subsidiária de montadora, e do estigma de ser “concorrente” do cliente, o que proporcionou exposição para novos projetos.

Em relação à saúde dos negócios, é interessante observar que um *spin off* pode não necessariamente representar uma boa alternativa, como foi para a engenharia em ambos os casos discutidos. Em artigo apresentado no Gerpisa, Fischmann e Zilbovicius (2006) discutem a destruição de valor aos acionistas que ocorreu em um caso de *spin off* no setor automotivo.

3.3.3 Os produtos dos casos

Os produtos estudados nos casos possuem algumas diferenças e similaridades que são apontadas a seguir.

- Ambos os sistemas têm o desenvolvimento iniciado logo na fase de concepção do projeto.
- Custo elevado: os produtos são considerados sistemas caros por agruparem uma série de funções, componentes e características que os torna complexos e caros.
- Os dois produtos são considerados críticos e fundamentais para as montadoras. O painel é parte do design e estilo do veículo, e é uma das áreas que apresenta a maior interface com o consumidor final. Já o chicote é o responsável pelo funcionamento de toda a arquitetura eletroeletrônica, comparado a um “sistema

nervoso”. Desta forma, não pode haver falhas, pois qualquer problema em algum componente crítico pode afetar diretamente a imagem da montadora no mercado.

- Seguindo o conceito de Clark e Fujimoto da “consistência interna e externa” para os casos, ambos precisam estar em linha com as consistências, com mais ênfase para uma ou outra. O painel por ser um ponto de interface com o consumidor, precisa de uma consistência externa bem estruturada, como também de uma consistência interna, pois agrupa uma série de outros componentes. Os chicotes, por sua vez, precisam de uma consistência interna extremamente planejada para garantir a compatibilidade dos conjuntos. A consistência externa dos chicotes, apesar de menos visível, tem de estar em linha com os requisitos dos clientes.

A Forsis e Copa, para os produtos estudados, possuem uma engenharia estruturada, e de certa forma independente do exterior. Ambas têm um time completo de engenheiros brasileiros que vêm aumentando suas competências.

3.3.4 A relação com as montadoras e fornecedores

Pela característica dos dois sistemas estudados, o relacionamento com a montadora começa logo no início do projeto na fase de concepção. Um trabalho informal de “troca de idéias” pode acontecer entre as engenharias da montadora e dos fornecedores, até mesmo antes do processo oficial de cotação. Após a designação do fornecedor, em ambos os casos são formados times internos que ficam responsáveis pelo projeto e pelo contato com a montadora. Em projetos que exigem um maior desenvolvimento local, principalmente na fase inicial, é comum a presença de parte do time da engenharia do fornecedor dentro da montadora para agilizar ao máximo todo o processo de comunicação e integração.

Com relação aos fornecedores de segunda camada e ao gerenciamento dos diversos componentes dos chicotes e do painel, ambas as empresas trabalham de forma semelhante às montadoras, e dividem os projetos em “partes administráveis” como classificam Clark &

Fujimoto (1991). Nos dois casos existem outros fornecedores que participam conjuntamente do desenvolvimento em co-design, produtos que são desenvolvidos pela Forsis ou pela Copa que têm sua produção terceirizada e componentes que são agregados em modelo “*black box*”. Além destes produtos que requerem desenvolvimento, em ambos os casos há fornecedores de componentes “comoditizados”.

3.3.5 Os projetos com desenvolvimento local

Nos casos estudados, a participação da engenharia dos fornecedores e o grau de desenvolvimento local variaram, de maneira geral, conforme a classificação dos veículos apresentada pela tipologia de Consoni discutida na seção 2.1. Em modelos tropicalizados ou derivativos parciais, a participação da engenharia local dos fornecedores foi menor e houve mais dependência das engenharias de fora, principalmente no sentido de já existir um modelo de projeto base pré-concebido. Também houve uma exceção apontada no caso de chicotes de um modelo que, apesar de ser um derivativo parcial, teve uma maior atuação da engenharia local. Os modelos que se enquadram como derivativos completos são os que apresentaram maior nível de envolvimento da engenharia brasileira, e foram muito importantes para a consolidação de competências locais. Em ambos os casos a participação em projetos importantes, com maior autonomia local, foram considerados “divisores de água” como no caso da Meriva para a Forsis e do Accelo para a Copa.

Uma característica observada em ambos os casos é o fato das empresas terem exemplos de projetos de desenvolvimento local somente com as montadoras que estão há mais tempo no país. Ambas fornecem produtos para as montadoras chamadas de “*new comers*”, porém, nestes casos, o desenvolvimento completo dos produtos não foi realizado localmente. Eventualmente uma ou outra adaptação, característica do processo de tropicalização, foi feita.

Um fato importante constatado durante os estudos de caso foi que tanto a Forsis quanto a Copa estão envolvidas com suas engenharias locais no desenvolvimento, respectivamente dos chicotes completos e do painel de um modelo compacto de uma montadora “*new comer*”, que por razões de sigilo não pode ser mencionado. Para este

modelo, ambas as engenharias estão trabalhando ativamente com a “quase recém formada” engenharia local da montadora.

Esta evidência nos faz pensar que, talvez, alguns veículos desenvolvidos pela engenharia de fora não tenham as mesmas condições de competição que um modelo desenvolvido com base nas necessidades locais.

3.3.6 A participação em projetos do exterior

A Forsis e a Copa, para os produtos estudados, possuem uma engenharia estruturada e competente para o desenvolvimento de projetos locais. Hoje ambas as empresas estão realizando trabalhos de engenharia para o exterior, para projetos que nem virão para o Brasil. Estes trabalhos geralmente são de algumas partes ou componentes específicos, e ~~que~~ não necessitam de um contato direto com o cliente estrangeiro. O contato entre a engenharia local e a de fora tem ocorrido apenas entre as próprias empresas, ou seja, Forsis Brasil com Forsis Exterior e o mesmo com a Copa. Além do aproveitamento da engenharia local ser apenas em alguns pontos, o volume de trabalho, apesar de ter aumentado nos últimos anos, ainda é reduzido se comparado com a migração que está ocorrendo para outras regiões.

Em ambas as empresas, segundo o que foi levantado nas entrevistas, o Brasil apesar da competência, tem recebido apenas uma pequena parte do que tem saído dos centros “tradicionais” de engenharia. Para as duas empresas, está ocorrendo recentemente uma migração da engenharia destes centros tradicionais por pressão de custos. Neste momento, o fluxo de transferência tem sido muito grande para países ou regiões próximas geograficamente destes centros, ou seja, os principais receptores tem sido o leste europeu e o México. Em ambas as empresas a justificativa para esta migração chegar em volume reduzido para o Brasil era devido à questão de proximidade geográfica e de fuso horário, que facilitava o acompanhamento pela engenharia do oeste europeu e dos Estados Unidos. O estranho é este tipo de justificativa em uma realidade como a atual, com possibilidades de se utilizar os mais variados recursos de comunicação, de um simples e-mail a uma videoconferência. Vale lembrar que em outros setores há uma migração do desenvolvimento para outros países como,

por exemplo, o de softwares na Índia. Outro ponto a se questionar é por que não aproveitar a vantagem que pode ser alcançada com uma diferença de fuso horário?

Na área de chicotes e de painéis, nas entrevistas com as duas empresas fornecedoras, há um sentimento de dúvida em relação à continuidade destes atuais trabalhos para fora. Além da consolidação dos novos centros, a grande preocupação é principalmente com a China. A China vem recebendo pesados investimentos de ambas as empresas e na área de engenharia ela está sendo capacitada com o apoio de engenheiros de fora, inclusive do Brasil, que passam períodos de alguns meses, ou até anos, passando a experiência e as lições aprendidas ao longo de muitos anos de trabalho. Neste ponto, a questão apontada da vantagem da produtividade do engenheiro brasileiro perderá a diferença atual, pois, como comentado anteriormente, a China vem “aprendendo rápido” com toda esta exposição, investimentos e intercâmbio de informações.

As montadoras também têm realizado altos investimentos na China e na região asiática e desta forma atraindo as empresas fornecedoras. Conforme levantado na GMB em entrevista, na área de chicotes o Brasil tem uma elevada competência para o desenvolvimento de chicotes e soluções de baixo custo. E esta competência está sendo compartilhada com a engenharia da montadora na Ásia, através de contatos dos times asiáticos com os brasileiros.

Além dos fatores técnicos e econômicos, o fator político tem uma influência nas decisões muito forte. Ambas as empresas fizeram colocações a respeito das “questões políticas” envolvidas na transferência de desenvolvimento para outras regiões. Este tipo de limitação sugere ser um dos fatores que impede a vinda de outros trabalhos para a região, embora haja competência para tanto. O que chama a atenção é a aparente menor dificuldade política na migração de projetos para outras regiões. A questão levantada pelo “*jungle car*” também pode ser um indicativo de preconceito embutido, não evidente, que pode prejudicar a transferência para a região.

3.3.7 A influência do volume na engenharia

O volume de produção, conforme apontado por Salerno et alli (2002) como o primeiro fator que induz, favorece e estimula atividades de projeto e desenvolvimento de produtos no

Brasil, foi um ponto levantado nas entrevistas, como uma das razões quantitativas que vêm atraindo as empresas a realizar investimentos para desenvolvimento da engenharia principalmente na China e na Índia. As empresas fornecedoras, como a Forsis e a Copa, trabalham com seus planos de negócios com quase uma década de avanço, este tipo de planejamento é possível graças aos contratos de longo prazo e as perspectivas de novos desenvolvimentos de veículos, que possibilitam um mapeamento das oportunidades disponíveis. As decisões de como e onde serão empregados os recursos de engenharia estão fortemente atrelados a este planejamento. A diferença é que, ao compararmos as previsões de produção de veículos, que gerará os negócios, e consequentemente os projetos, a China apresenta um crescimento muito maior que o Brasil. A figura 14 mostra um gráfico com uma tabela comparando a produção desde 2000, com uma previsão até 2015 dos países chamados de BRIC²⁵, em comparação com o mundo.

Figura 14 – Produção de veículos no grupo de países do BRIC
Material elaborado pelo autor com base nos dados da Global Insight (2006)

Os dados do gráfico e da tabela foram elaborados com base em volumes da consultoria Global Insight, que é uma das principais referências mundiais em previsão e detalhamento de mercados. Ou seja, é o tipo de material que as matrizes se utilizam para planejar seus novos investimentos. Este tipo de previsão é feita com dados como expectativa do PIB, de investimento, taxas de juros, análise do mercado interno e principalmente informações das próprias montadoras, de fontes internas e externas sobre projetos e planos futuros. Porém essa

²⁵ Os países chamados pela sigla BRIC, são: Brasil, Rússia, Índia e China. Estes países são considerados grandes

análise acaba ficando recursiva e é patológico, pois uma das fontes para as montadoras definirem seus investimentos é o relatório da Global Insight, então uma coisa interfere na outra.

Neste material, ao olharmos friamente os dados, o Brasil apresenta um desempenho abaixo da média, principalmente se tomarmos como base o crescimento a partir de 2007. Claro que é questionável um panorama destes; se pegarmos uma comparação com a previsão de volumes do Sindipeças²⁶, a situação seria outra, mais favorável, mas isto não vem ao caso. O fato é que se olharmos do ponto de vista de um investidor global, a decisão primária seria focar as maiores possibilidades de crescimento. Neste caso a justificativa da experiência e da capacidade da engenharia brasileira seria importante, porém não para atrair investimentos para a região, mas sim para transferir o conhecimento local para outros centros mais “promissores”. Estes centros seriam treinados e/ou desenvolvidos com o suporte de engenharias experientes, e entre elas a brasileira. Exemplos de engenheiros brasileiros e estrangeiros capacitando e possibilitando o desenvolvimento da engenharia de outros países são evidentes, principalmente na região asiática, e foram citados em todas as empresas entrevistadas. Este fato foi relatado pela Forsis que mandou um gerente de engenharia para China, e mantém reuniões freqüentes com os times de engenharia asiáticos. Ou, como no exemplo da GMB, mandando engenheiros para a Ásia e principalmente para a Coréia, onde o engenheiro-chefe é brasileiro. Ou a Copa, com gente de fora vindo para o Brasil e o relato de pesados investimentos sendo feitos na China. Nestas empresas mencionadas, a maioria destes engenheiros não é definitivamente transferida para a Ásia, mas passam temporadas de algumas semanas a meses promovendo um intercâmbio entre as engenharias.

destaques entre as economias emergentes e frequentemente são citados com esta sigla.

²⁶ Com os números de previsão do Sindipeças de dezembro de 2006 o crescimento médio anual de 2007 a 2011 ficaria em 3,8%, com um volume, em 2011, superior em mais de 300 mil unidades, que os da Global Insight. Estes volumes foram elaborados pelo Sindipeças que possui um grupo chamado de Comissão de Forecast, formado por 48 empresas associadas, que três vezes por ano preparam uma previsão de produção, vendas e exportações para os próximos 5 anos do Brasil e da Argentina. Esse material é feito com base nas informações que cada empresa trabalha de premissas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação, de caráter profundamente exploratório, propôs como seu objetivo buscar “estabelecer hipóteses consistentes sobre o processo de transferência do desenvolvimento de alguns produtos da montadora para seus fornecedores avaliando o aproveitamento e o aprimoramento das capacidades da engenharia nacional, assim como fatores que facilitam ou dificultam este movimento”.

A questão de pesquisa proposta foi “qual a participação da engenharia brasileira dos fornecedores, no processo de transferência de desenvolvimento das montadoras para os sistemistas?”.

Com relação ao processo de transferência de desenvolvimento da montadora para o fornecedor, nos casos estudados o interesse estava em entender três aspectos principais e suas relações. Como apresentado anteriormente, de maneira simplificada o foco foi identificar quem faz o que, onde e por quê?

Com relação ao primeiro aspecto, a respeito de quais produtos têm sido desenvolvidos pelos fornecedores, nos casos estudados os sistemas de distribuição eletroeletrônicos, ou chicotes, na Forsis e a área de interiores, mais especificamente o painel completo, na Copa, possuem uma engenharia local com capacidade de realizar desenvolvimentos completos locais. Nas duas empresas a competência é em projetos que utilizam soluções de baixo custo, até mais baratas que as asiáticas, como verificado no caso de chicotes.

O segundo ponto referiu-se à localização da engenharia responsável pelo desenvolvimento, se é a engenharia da local, da matriz, ou de ambas. Neste ponto, de maneira resumida, ambas as engenharias começaram como centros de aplicação, desenvolveram trabalhos em conjunto com as engenharias do exterior e hoje ambas possuem condições técnicas de desenvolver um projeto completo. As únicas limitações, não técnicas, mas de infra-estrutura, são em alguns testes específicos que aparentemente nem as próprias montadoras possuem no Brasil.

Quanto ao terceiro aspecto, nos casos de desenvolvimentos locais, buscou-se entender as razões para a localização, se eram competências específicas locais, ou estratégia da

corporação, ou algum outro ponto específico. Nestes produtos, quando ocorreram desenvolvimentos locais, estes foram ocasionados por projetos que estavam sediados pelas montadoras no Brasil. E nestes projetos a grande maioria era para veículos com foco no mercado interno ou para exportação partindo do Brasil. Existem trabalhos feitos exclusivamente para o exterior, mas eles não são completos justamente pela falta de interface com a montadora no exterior, que é feita pelas sedes das empresas próximas dos projetos. Esta constatação vai em linha com o estudo de Salerno et alli (2002), com a diferença que nesta dissertação as empresas envolvidas não são de capital nacional, mas possuem uma engenharia local.

Tendo em vista o escopo do trabalho, que é o de uma dissertação de mestrado, assim como a complexidade do setor automotivo e o estudo ainda pouco explorado do papel da engenharia local dos fornecedores na integração montadora – fornecedor, foram levantadas algumas hipóteses preliminares que foram amadurecidas, parcialmente aceitas e reformuladas. A seguir estão as hipóteses, como produto do trabalho, que foram amadurecidas e reformuladas de maneira mais consistente.

A hipótese preliminar 1 apresentada foi: “A engenharia automotiva brasileira tem potencial para ser considerada uma fonte de valor para empresas com operações no Brasil, porém esta competência não é plenamente utilizada. Quanto maior a relevância da unidade local nos negócios do grupo, maior é a tendência de desenvolvimento de projetos com maior grau de complexidade no Brasil”.

A primeira parte desta hipótese foi aceita e a segunda parte não-validada, sendo assim a hipótese reformulada 1: A engenharia automotiva brasileira tem potencial para ser considerada uma fonte de valor para empresas com operações no Brasil, porém esta competência não é plenamente utilizada.

Esta hipótese está estruturada na observação de que a capacidade de desenvolvimento da engenharia local nos casos estudados está aumentando, contudo poderia ser mais plenamente utilizada, não só para projetos brasileiros como também para o exterior. Uma das razões por esta subutilização pode ser creditada ao fato de que projetos de muitos veículos vêm de fora. Esta situação pode ser comparada à que Consoni (2004) encontrou em seu trabalho sobre a capacidade de desenvolvimento local das principais montadoras. Apesar das aparentes vantagens do desenvolvimento local, ainda é muito forte a dependência do exterior,

principalmente nos projetos recebidos das montadoras mais novas. Nestes casos, de projetos previamente concebidos, a capacidade de desenvolvimento local não é utilizada e os fatores preponderantes na escolha do fornecedor ficam mais voltados às questões de custo, manufatura e logística. O custo mais baixo é sempre um fator de decisão que a área de compras valoriza muito e, desta forma, pressiona a engenharia para a decisão do fornecedor. A influência da manufatura envolve qualidade e características do fornecedor, que muitas vezes já possui outros programas com a montadora. A logística é, muitas vezes, um fator de diferenciação, como nos casos de fornecimento nos condomínios, ou controle de outros componentes para agregação em um sistema único entregue à montadora. A engenharia local também apresenta um custo aparentemente reduzido e principalmente uma produtividade superior à de muitos países emergentes, como apontado nos casos. Outro ponto relevante da engenharia local é uma criatividade para fazer “mais com menos” que possivelmente foi aguçada pela relativa falta de recursos para o desenvolvimento, se comparada com outros centros de engenharia.

Quanto à questão da relevância da unidade local, presente na hipótese preliminar-1, aparentemente é importante, mas não é uma regra, visto que as operações no Brasil da Forsis e da Copa, com todas as linhas de produto, não são significativamente representativas dentro dos respectivos grupos mundiais. As operações de ambas na América do Sul (pois ambas não divulgam seus balanços no Brasil), conforme estimativas, representam menos de 5% do faturamento global das respectivas empresas.

A hipótese preliminar 2 apresentada foi: “a capacidade de desenvolvimento de projetos pela engenharia local de alguns sistemistas é uma vantagem competitiva que favorece um desempenho superior no mercado local por estar mais em linha com os costumes e as necessidades da região”.

A capacidade de desenvolvimento de projetos pela engenharia local é um fator que tende a agilizar o processo de desenvolvimento. Nos casos analisados foi comentado que esta era uma condição necessária para os projetos com sede de desenvolvimento local. Porém, na falta de uma competência específica local, os times de fora prestaram suporte, inclusive com o envio de projetistas e engenheiros para o desenvolvimento local junto com a montadora.

A utilização de times estrangeiros localmente foi mais evidenciada no início das atividades de engenharia. Em alguns casos possivelmente a solução seria outra se o mesmo

projeto fosse feito somente pela engenharia local. O conhecimento das características regionais se mostrou muito importante pois, em alguns casos apresentados, este foi um fator de diferenciação. Inclusive, sem este detalhe, o desenvolvimento de alguns projetos ficaria comprometido pelo desconhecimento de algumas soluções pela engenharia de fora. Desta forma, a hipótese preliminar 2 foi reformulada.

Hipótese reformulada 2: A competência no desenvolvimento de projetos pela engenharia local de alguns fornecedores é uma vantagem competitiva que favorece um desempenho superior no mercado local por agilizar o processo e estar mais envolvida com a realidade local, o que favorece ao desenvolvimento de soluções específicas.

A hipótese preliminar 3 apresentada foi: “a abertura de oportunidades de desenvolvimentos para a engenharia nacional, por parte da matriz, favorece ganhos de novos projetos e negócios para a unidade local, inclusive no exterior”.

Uma relativa autonomia da engenharia nacional é um fator bastante importante para agilizar o processo de desenvolvimento. A dependência do exterior, como apresentado em alguns casos de chicotes, engessa a criatividade local e o resultado pode significar um produto não totalmente adequado para as necessidades locais, que posteriormente pode exigir alterações de projeto. Ao se ter uma engenharia local forte, a empresa pode se beneficiar de vantagens, inclusive de uma forma global, para outras regiões. Estas vantagens aparentemente seriam em ganhos de três principais formas. A primeira seria em rapidez e flexibilidade nos projetos locais, o que pode significar um projeto que se encaixe melhor com o objetivo da montadora para um determinado veículo que esteja sendo desenvolvido no Brasil. A segunda vantagem seria a possibilidade de aliviar a carga de trabalho da engenharia do exterior, que poderia se concentrar em assuntos relativos à própria região. Ou seja, a partir do momento em que as engenharias de fora deixem de gastar o seu tempo em projetos em relação aos quais não estão totalmente ambientadas, sobraria tempo e recursos para focar em projetos específicos daquela região. Adicionalmente, haveria a possibilidade de também investir o tempo para discutir novas propostas vindas de outras regiões, ao invés de somente executá-las. Em terceiro lugar, existe a vantagem de aproveitar da criatividade e produtividade da engenharia brasileira, que a princípio em condições de maior autonomia tende a desenvolver soluções simples e eficazes, que podem servir de modelo para outras regiões.

No entanto a transferência para o Brasil de projetos, ou de suas partes, esbarra em dois grupos de elementos limitantes. O primeiro grupo tem características técnicas e tangíveis, enquanto o segundo grupo apresenta características não-técnicas e intangíveis. As do primeiro grupo são mais fáceis de serem evidenciadas, enquanto as do segundo grupo são mais difíceis de serem rastreadas e muitas vezes exercem uma pressão maior.

Os aspectos técnicos são mais ligados à infra-estrutura da engenharia local e seus custos. Em ambos os casos abordados foi levantada a incapacidade de se realizar alguns testes específicos que dependem de instalações apropriadas não existentes no Brasil. Alguns destes testes necessitam de laboratórios e equipamentos específicos para os quais a empresa tem apenas um ou dois centros capacitados no mundo. Este ponto é facilmente justificado pelo volume, como um elemento para a tomada de decisão, pelos laboratórios estarem localizados nos grandes centros produtores, mas também existem outros fatores não tangíveis que são apresentados adiante. Desconsiderando o volume, teoricamente o laboratório poderia ser colocado no Brasil, ou qualquer outro país, mas há o problema de acompanhamento dos projetos, porque o volume de atividade de engenharia estaria em outros centros.

Outro fator limitador, do ponto de vista técnico, é a pouca experiência da engenharia brasileira, nos casos analisados, em desenvolvimentos de produtos mais voltados aos mercados desenvolvidos. No entanto, esta limitação aparentemente não seria muito difícil de ser resolvida se a engenharia local tivesse mais oportunidades que se transformariam em experiência e, eventualmente, competências.

A questão financeira do custo de desenvolvimento e engenharia também precisa ser mencionada. Ao analisarmos a figura apresentada na seção 2.5 com os custos de engenharia de outros países, o Brasil está em uma posição bastante competitiva, e se levarmos em conta a produtividade, o Brasil talvez fosse a melhor opção de custo-benefício. No entanto se consideramos a valorização apresentada pelo real nestes últimos anos, talvez a posição do Brasil se enfraqueça significativamente em relação a outros centros, mais baratos, e neste momento, mais capacitados do que há alguns anos atrás. Esta capacitação, diga-se de passagem, está sendo aprimorada também com a colaboração dos engenheiros brasileiros, entre outros.

Os aspectos não-técnicos e intangíveis foram mencionados diversas vezes em ambos os casos, mesmo que de uma forma não tão direta e explícita. Neste ponto há pressupostos

culturais, de característica dos projetos locais e de confiança, entre outros. Muitos destes elementos são oriundos de pré-conceitos enraizados.

Como limitações decorrentes das questões culturais, há o que é mencionado como o “boicote” dos engenheiros dos grandes centros para dificultar a transferência de desenvolvimentos para outras regiões. Este é um tipo de conduta, muitas vezes individual ou de um grupo, preocupado com a sua própria existência dentro da empresa.

As características de mercados emergentes dos projetos locais podem, muitas vezes, ser vistas erroneamente como um demérito para a engenharia brasileira. Este elemento foi aflorado com a questão da discussão do “jungle car”, onde foi aflorado um ponto que poderia muito bem não estar aparente. No entanto este carro “simplório” apresenta soluções que muitas vezes são difíceis de serem até mesmo compreendidas pelas engenharias de fora. No entanto, esta visão denota uma espécie de preconceito em relação à capacidade da engenharia localizada forma da matriz.

A confiança na engenharia brasileira é um caso que pode ser classificado como recursivo: não há confiança porque não há projetos e não há projetos porque não há confiança. Este é um ponto que está aparentemente melhorando, com uma maior participação da engenharia local, mas ainda é crítico por fatores técnicos e tangíveis.

Desta maneira, a hipótese reformulada 3 fica da seguinte forma: a maior autonomia de desenvolvimentos para a engenharia nacional, por parte da matriz, favorece ganhos de novos projetos e negócios para a unidade local, inclusive com vantagens ao exterior financeiras e técnicas.

Embora seja um tema que mereça estudos específicos, algumas medidas recentes de incentivo fiscal às empresas, como a Lei de Inovação²⁷ e, principalmente, a Lei do Bem²⁸, merecem um comentário e talvez venham a favorecer um maior fluxo de atividades de engenharia localmente. Apesar da Lei de Inovação ser de dezembro de 2004 e a Lei do Bem, de novembro de 2005, estas duas leis são muito recentes e só tiveram seus decretos de regulamentação publicados respectivamente em Outubro de 2005 e junho de 2006. Desta forma é muito cedo para medir qualquer resultado.

²⁷ A Lei de Inovação é a Lei n. 10.973, aprovada em 2 de dezembro de 2004, e regulamentada pelo Decreto n. 5.563, de 11 de outubro de 2005.

²⁸ A Lei do Bem é a Lei n. 11.196, aprovada em 21 de novembro de 2005, e regulamentada pelo Decreto n. 5.798, de 7 de junho de 2006.

A Lei de Inovação prevê a concessão de uma série de incentivos voltados ao estímulo à pesquisa, desenvolvimento e inovação científica e tecnológica. Estes incentivos viriam na forma de “recursos financeiros, humanos, materiais ou de infra-estrutura, a serem ajustados em convênios ou contratos específicos, destinados a apoiar atividades de pesquisa e desenvolvimento, para atender às prioridades da política industrial e tecnológica nacional” (BRASIL, 2004).

A Lei do Bem é mais recente e consolida uma série de artigos, parágrafos e até outra lei em um documento único. Com relação à discussão desta dissertação, o mais relevante é o capítulo III que trata “Dos incentivos à inovação tecnológica” (BRASIL, 2005). Neste capítulo são apresentadas algumas formas de concessão de subvenção econômica pela União. Entre outras formas, estes incentivos vêm de reduções de 50% no IPI de equipamentos importados, deduções no imposto de renda de até 200% sobre o capital aplicado em P&D, isenção do IR para remessas ao exterior destinadas ao registro e manutenção de marcas e patentes. Este tipo de incentivo ainda está incipiente para que também se possam avaliar a eficácia das formas de controle e avaliação que se enquadram nesta categoria.

Como exemplo, o Sindipeças começou a debater sobre estes incentivos governamentais no fim de 2006, com duas apresentações aos associados. Nestas reuniões, não ficou evidenciada nenhuma empresa que já está se beneficiando destes incentivos, mas algumas já estão se mobilizando nesta direção. Avalia-se que este tipo de iniciativa, ainda incipiente, incentiva um desenvolvimento da engenharia local, e aparentemente pode favorecer inclusive uma maior atividade local voltada para aplicações em projetos estrangeiros. Se isto vier realmente a se concretizar será um importante passo para a manutenção e aprimoramento das competências da engenharia automotiva brasileira. As empresas deste estudo certamente teriam condições de serem beneficiadas por estes incentivos. A questão é relativa a quanto estas iniciativas irão influenciar, e principalmente, se ainda existe tempo de atrair uma maior quantidade de atividades de engenharia para o país. Isto porque, como anteriormente discutido, outros países emergentes estão recebendo um maior fluxo de investimentos em engenharia. Além disso, os aspectos culturais identificados nas empresas analisadas, que envolvem a visão de parte de seus engenheiros poderão, em alguma medida, refrear iniciativas favorecidas pelos novos benefícios legais.

Uma proposta que iria em linha com os incentivos da Lei de Inovação e da Lei do Bem seria, além do benefício para a importação de equipamentos específicos, a criação de um

centro de testes voltados ao setor automotivo. Este centro de testes poderia ser montado ligado a alguma universidade ou instituição de pesquisa e funcionaria como um grande pólo voltado ao desenvolvimento. Este tipo de estudo mereceria ser avaliado pois, em conjunto com outros incentivos, a inovação poderia a ser um grande indutor de atividades de desenvolvimento não realizadas localmente. A justificativa para o auxílio de um agente externo na criação de um centro deste tipo seria também fortemente embasada no volume. Isto porque, muitas vezes, se uma empresa já tem um laboratório semelhante, compensa mais o envio de parte do desenvolvimento para fora, do que investir em outros equipamentos. Na medida em que exista uma opção local, pode ser muito mais atrativa em termos de custo e tempo de desenvolvimento a realização desta etapa no Brasil.

A questão de aprofundamento apresentada na seção 1.3, junto com as hipóteses preliminares, esteve presente transversalmente nos casos estudados e não foi evidenciada. A perda de conhecimento por parte das montadoras, ou como mencionado por Clark e Fujimoto (1991), o caso de uma “deterioração de competências técnicas básicas”, também não foi evidenciada. Nos dois sistemas analisados, por serem muito importantes para a montadora – os chicotes, por conectarem cada uma das funções eletroeletrônicas, e o painel por ser um dos principais pontos de interface do consumidor com o carro –, a montadora realizou co-design com os fornecedores. Se a delegação fosse absoluta isso poderia acontecer e acarretar em consequências futuras em uma negociação. Nos casos analisados de co-design não houve essa deterioração; ao contrário, houve até um aumento de competências para ambos os lados. O co-design não foi utilizado pela montadora somente para manter o controle ou para não perder algumas competências. Ele é importante para o desenvolvimento em si, porque a complexidade está sendo tratada pelo relacionamento contínuo entre as empresas, nas fases de concepção, presença de engenheiros residentes, revisões com times de fora, protótipos e produção final.

Como limitação desta dissertação, fica a quantidade de produtos pesquisados, que tiveram diferentes graus de acesso e profundidade. No caso de chicotes, além do foco principal na sistemista, o estudo contou com a participação de uma montadora e da Forsis como fornecedora de segunda camada. Além disso, também foi discutida a relação com outras montadoras e fornecedores, sob a perspectiva do sistemista. No caso de painéis, a discussão também foi sobre montadoras e fornecedores, porém sob a perspectiva da empresa sistemista Copa.

Para trabalhos futuros, ficam propostas outras pesquisas que envolvam mais fornecedores com capacidade de desenvolvimento local, incluindo empresas de capital nacional, e suas relações com montadoras, fornecedores de outras camadas e a engenharia de outros países. Desta forma seria importante investigar os fatores que impedem ou dificultam a vinda de projetos para a região. Outro trabalho futuro que pode ser indicado é sobre o ponto rapidamente mencionado sobre os impactos dos incentivos à inovação que foram recém implementados. De todo modo, cabe delinear um projeto de pesquisa de maior fôlego, no qual as hipóteses produzidas aqui sejam tomadas como ponto de partida.

REFERÊNCIAS

- ADDIS, C. Cooperação e desenvolvimento no setor de autopeças. In: ARBIX, G. & ZILBOVICIUS, M.. De JK a FHC: a reinvenção dos carros. São Paulo: Scritta, 1997, pp.133-157.
- ARBIX, G. & ZILBOVICIUS, M. De JK a FHC: a reinvenção dos carros. São Paulo: Scritta, 1997.
- ANFAVEA. Anuário estatístico da indústria automobilística brasileira. São Paulo, 2006.
- ANFAVEA. Estatísticas - www.anfavea.com.br
- AUTODATA, 10 Anos que Mudaram o Setor Automotivo. São Paulo, Autodata, 2002.
- BARLETT, C. e GHOSHAL, S. 'Managing across borders: new strategic requirements'. Sloan Management Review, Summer 1987, pp 7-17, 1987.
- BECKER, M.C.; ZIRPOLI, F. (2004) - Governing Knowledge in Supplier Relationships. 12th GERPISA International Colloquium. Paris, June.
- BRASIL - Lei de Inovação – Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004, regulamentada pelo Decreto n. 5.563, de 11 de outubro de 2005.
- BRASIL - Lei do Bem – Lei n. 11.196, de 21 de novembro de 2005, regulamentada pelo Decreto n. 5.798, de 7 de junho de 2006.
- CERRA, A.L.; MAIA, J.L. (2005) – As atividades de desenvolvimento de produtos de três montadoras de motores para automóveis. V CBGDP, Curitiba, PR.
- CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry. Boston: Harvard Business School Press, 1991.
- CLARK, K.B.; WHEELWRIGHT, S.C. Managing New Product and Process Development. New York, The Free Press, 1993.
- CONSONI, F. Da tropicalização ao projeto de veículos: um estudo das competências em desenvolvimento de produtos nas montadoras de automóveis no Brasil. Campinas, 2004. Tese, IG, Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- CROOM, S. – Methodology editorial. IJOPM - International Journal of Operations & Production Management, Vol. 22, No.2, 2002, pp 148-151.

- DIAS, A.V.C. Projeto mundial, engenharia brasileira: Integração de subsidiárias no desenvolvimento de produtos globais na indústria brasileira. Tese, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2003.
- DIAS, A.V.C. Consórcio modular e condomínio industrial: elementos para análise de novas configurações produtivas na indústria automotiva. Dissertação, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1998.
- DIAS, A.V.C; Relatório setorial de autopeças- Final. FINEP 2006. Documento impresso da internet do endereço:
http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio_setorial_final/relatorio_setorial_final_impressao.asp?lst_setor=101 em 17/Maio/2006.
- FISCHMANN, E; ZILBOVICIUS, M. Value creation or destruction in the automotive field: the case of an American systems supplier. Artigo apresentado e publicado nos anais do XIV Encontro Internacional do Gerpisa. Paris: Gerpisa, 2006.
- GLOBAL INSIGHT. World vehicles forecast. GII, December, 2006
- GRAZIADIO, T. Estudo comparativo entre os fornecedores de componentes automotivos de plantas convencionais e modulares. Tese, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.
- GUPTA, A. K.; WESTNEY; D. E. Smart Globalization: Designing Global Strategies, Creating Global Networks. Jossey-Bass, 2003.
- HAMEL, G.; PRAHALAD, C.K. The Core Competence of the Corporation. Harvard Business Review. May-June, 1990, pp.79-91.
- HUMPHREY, J.; LECLER, Y.; SALERNO, M.S.. Global strategies and local realities: the auto industry in emerging markets. London, Macmillan, 2000.
- LUNG, Y.; VOLPATO, G. Editorial: Redesigning the automakers-suppliers relationships in the automotive industry. International Journal of Automotive Technology and Management, Vol.2, No.1, 2002, pp.3-9.
- MELLO, A.M. Manutenção da capacidade inovadora na externalização do desenvolvimento de produtos: o caso da indústria automobilística. Dissertação, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, 2006.
- MORAES, S. Brasil vai criar as picapes para a GM. Gazeta Mercantil, 25 maio 2006. Transporte e Logística, p. C5.

- OLMOS, M. GM transfere criação de projetos para o Brasil. Valor Econômico, 25 maio 2006. Empresas e Tecnologia, p. B1
- PANORAMA. Chevrolet Prisma. Edição comemorativa da revista Panorama de publicação da General Motors do Brasil. Ano 45 N° 10 – Outubro de 2006.
- PINHEIRO, L. GM de S. Caetano exportará projetos de picapes. Diário do Grande ABC. 25 maio 2006. Economia p.1.
- PIRES, S R.L. New productive systems in the automotive industry: the current situation of three innovative plants in Brazil. International Journal of Automotive Technology and Management, Vol.2, No.1, 2002, pp.46-62.
- PORTER, M.E.. Vantagem Competitiva. Campinas: Campus, 1986.
- POSTHUMA, A.C. Autopeças na encruzilhada: modernização desarticulada e desnacionalização. In: ARBIX, G. & ZILBOVICIUS, M.. De JK a FHC: a reinvenção dos carros. São Paulo: Scritta, 1997, pp.389-411.
- REHDER, H. Fatores críticos de sucesso de projetos automotivos com fornecedores: estudos de caso de desenvolvimentos sucessivos de painéis para veículos comerciais. Dissertação, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, 2006.
- SALERNO, M.S. et Allii, Mudanças e persistências no padrão de relações entre montadoras e autopeças no Brasil. Revista de Administração, vol.33, n.3, pp16-28, 1998.
- SALERNO, M.S; MARX, R.; ZILBOVICIUS, M. et allii, A Nova Configuração da Cadeia Automotiva Brasileira. São Paulo, EPUSP-PRO, 2002.
- SALERNO, M. S.; MARX, R.; ZILBOVICIUS, M.; DIAS, A.V.C. Política industrial em setores dominados por transnacionais: o Brasil como sede de concepção e projeto de produto. In: FLEURY, M.T.L; FLEURY, A.. Política industrial Vol. 2. São Paulo: Publifolha, 2004, pp.67-91.
- SILVA, C. Montadora também exporta serviços. O Estado de São Paulo, 3 Jul. 2005. Economia, p. B4.
- SILVA, C. Fiat anuncia investimentos de R\$ 2,5 bi no Brasil até 2008. O Estado de São Paulo, 4 Fev. 2006. Economia, p. B12.
- SINDIPEÇAS. Desempenho do setor de autopeças. São Paulo, 2006.

STÉFANI, M. Conceito do Produto. Documento AutoData 21 – Novo Ford Fiesta. Parte integrante da Revista AutoData 153. AutoData, 2002, pp. 20-24.

TECHNOLOGY REVIEW, MIT. www.technologyreview.com/scorecards/, site acessado em 23 de julho de 2005.

TIDD, J. et Alli. Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change. 2 edição Chichester: John Wiley & Sons, 2001.

USP, Escola Politécnica, Divisão de Bibliotecas. Diretrizes para apresentação de dissertações e teses. 3ª ed., São Paulo, 2006.

VOSS, C. et alii. Case research in operations management. IJOPM - International Journal of Operations & Production Management, Vol. 22, No.2, 2002, pp 195-219.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROSS, D.. A Máquina que mudou o mundo. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

YIN, R.K. Case study research: design and methods. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994.

ANEXO A - Roteiro utilizado para as entrevistas

As entrevistas foram conduzidas nos casos propostos de forma semi-estruturada, permitindo aos entrevistados certo grau de liberdade para narrarem suas experiências, mantendo-se, contudo, o foco da pesquisa.

1. Nos casos de desenvolvimento de produto conjunto com a alguma montadora qual foi o principal motivo desta parceria? Falta de capacidade? Custo mais vantajoso? Prazo apertado? Competência da empresa parceira em alguma área específica?
2. Nesses casos de desenvolvimento conjunto, como foi a relação com a engenharia da montadora? Havia engenheiros residentes? A matriz tanto da sua empresa como da montadora estiveram envolvidas? Houve algum ganho evidente de conhecimento para alguma das partes?
3. Quais são os principais motivos pelos qual sua empresa foi escolhida como desenvolvedor deste novo produto?
4. Quais foram os principais concorrentes em engenharia deste novo projeto? (concorrentes locais ou a engenharia da própria empresa em outros países)
5. Os engenheiros ligados ao desenvolvimento de produtos tiveram treinamento no exterior/matriz? Por quanto tempo em média? Quantos têm, e qual o nível de especialização?
6. Como foi a origem das atividades de desenvolvimento de produto de sua empresa no Brasil?
7. Quais as principais diferenças no desenvolvimento de produtos de sua empresa na região, durante a fase de operação conjunta com a montadora, e agora, de forma independente.
8. Quais as alterações na engenharia após a independência da montadora?
9. Sua empresa já terceirizou o desenvolvimento de algum sistema ou componente para uma empresa de engenharia? Qual foi o motivo desta terceirização? Falta de capacidade? Custo reduzido? Prazo apertado? Competência da empresa terceira em alguma área específica?
10. Sua empresa já desenvolveu de algum componente em conjunto com outro fornecedor? Qual foi o principal motivo desta parceria? Falta de capacidade disponível? Custo mais vantajoso? Prazo apertado? Competência da empresa parceira em alguma área específica?
11. Nestes casos de desenvolvimento com outro fornecedor, eles eram de capital nacional? Em caso negativo, possuíam engenharia apta a desenvolver produtos no Brasil?
12. Sua empresa tem patentes que foram criadas pela engenharia local? Existe alguma patente depositada com desenvolvimento conjunto (Matriz-subsidiária ou com empresa externa)?

13. Qual a principal competência de sua engenharia no país? Como ela está posicionada considerando-se os centros de engenharia de sua empresa no exterior?
14. Você considera que sua engenharia tem um custo competitivo, se comparado ao exterior? Onde estão os centros de engenharia com os custos mais reduzidos?
15. Considerando-se que o custo é competitivo, qual a possibilidade de desenvolver projetos para outras regiões que apresentam um custo mais caro? Por que não há mais projetos sendo desenvolvidos localmente?
16. Quais as suas perspectivas dentro sobre a organização e estruturação dos times de engenharia de sua empresa?
17. Como o Brasil pode desempenhar um papel mais relevante dentro da organização da engenharia de sua empresa?
18. Que tipos de recursos seriam necessários para uma total autonomia no desenvolvimento de produtos localmente?
19. Quando o desenvolvimento de produtos é feito no Brasil, há autonomia para decisão no nível local? Que tipo de acompanhamento a matriz realiza?
20. Considerando-se as atividades locais de desenvolvimento de produtos, e comparando-as com centros tecnológicos de outras partes do mundo. Estas atividades são complementares aos outros países?
21. Considerando o seu segmento, o que hoje em dia, leva a realização do desenvolvimento de produtos no fornecedor, ao invés de manter na montadora?

ANEXO B -. Tamanho de mercado no Brasil e no Mundo de algumas montadoras

	Volumes de Produção 2005			
	Brasil	Mundo	% Brasil	Ranking ¹
Daimler Chrysler (Pesados)	53.072	475.528	11,2%	4
Fiat	509.655	2.054.515	24,8%	2
Ford	326.184	6.566.387	5,0%	6
GM	478.254	8.676.423	5,5%	5
Honda	65.528	3.408.458	1,9%	7
PSA	93.301	3.456.703	2,7%	6
Renault	60.324	2.577.988	2,3%	7
Scania	14.371	56.314	25,5%	2
Toyota	57.356	8.473.692	0,7%	14
Volvo (Pesados)	10.300	195.831	5,3%	4
VW	652.513	5.255.504	12,4%	2

Nota 1: Posição considerando-se o volume total de produção dentro do grupo
Adaptado de Global Insight (2006)

ANEXO C - Aumento do comprimento dos cabos e quantidade de circuitos.

Fonte: Empresa Forsis (2006)

ANEXO D -. O desenvolvimento do Mercedes Benz Accelo

Material extraído do site da DaimlerChrysler do Brasil, em 30 de dezembro de 2006, apresentando o desenvolvimento local do Accelo.

http://www.daimlerchrysler.com.br/noticias/Maio/Totalmente_Brasil/popexpande.htm

Novo caminhão Accelo foi totalmente desenvolvido no Brasil

O Grupo DaimlerChrysler escolheu o Brasil para o desenvolvimento completo do novo caminhão leve Mercedes-Benz **Accelo**. A decisão deveu-se a um conjunto de fatores, como a competência tecnológica para o desenvolvimento e a produção oferecida pela DaimlerChrysler do Brasil e seu parque de fornecedores nacionais. Os investimentos no desenvolvimento e produção do **Accelo** totalizaram US\$ 160 milhões.

Também contribuiu para essa escolha a demanda do mercado brasileiro por um produto com dimensões compactas e baixos índices de emissões e conforto para atender às necessidades de distribuição de cargas nas grandes cidades com flexibilidade e agilidade.

No final de 1997, a empresa constituiu um grupo interdisciplinar, com a participação de diversas áreas, como Compras, Controlling, Engenharia até Planejamento e Produção, para o desenvolvimento do **Accelo**. Doze grupos de engenharia simultânea dedicaram-se, cada qual, ao desenvolvimento de uma parte do veículo.

"Durante todo o desenvolvimento, o projeto obedeceu o conceito de *gates* (portões), em que todas as atividades eram checadas rigorosamente antes de se passar à próxima etapa", explica Erhard Thiel, diretor de Desenvolvimento de Novos Produtos da DaimlerChrysler do Brasil, responsável pelo projeto, então denominado LTC – *Light Truck Concept*.

Entre os vários recursos tecnológicos utilizados no projeto, destaca-se o *Digital Mock-Up*, uma ferramenta de representação virtual de um produto ainda em fase de desenvolvimento. O *Digital Mock-Up*, hoje utilizado na construção de aeronaves, permite a criação de protótipos digitais em três dimensões. Estes modelos digitais em escala natural possibilitam simulações de montagem e desmontagem de peças e verificações de interferência entre peças isoladas e conjuntos completos.

"O veículo foi incorporando avanços para tornar-se um modelo adequado não somente para o mercado brasileiro como para outros mercados", conta Thiel.

Clínica com clientes

Para identificação dos mais diversos desejos em relação ao produto, o projeto foi apresentado, através de protótipos, fotos e modelos em argila, para clientes em potencial e fabricantes de carrocerias. Nas chamadas "clínicas", eles contribuíram com suas opiniões e sugestões.

Nesses encontros eram feitas comparações do novo conceito com os produtos atuais da marca e seus principais concorrentes, para assim determinar o nível de satisfação das expectativas do mercado. Como resultado desse trabalho, recursos como direção hidráulica, acionamento elétrico dos vidros, aquecedor de cabine e alarme sonoro anti-furto estarão disponíveis de série em algumas versões do Accelo.

Testes funcionais e de durabilidade

O novo modelo Accelo passou por testes extremos em que foi exposto às mais adversas condições. Os protótipos foram submetidos a mais de 35 mil horas de testes funcionais, cujo objetivo é analisar o comportamento de componentes e agregados do veículo.

Ainda para garantir a robustez do veículo em todas as aplicações a que é destinado, os protótipos foram submetidos a mais de dois milhões e setecentos mil quilômetros rodados de testes de durabilidade em trechos urbanos e rodoviários, além de testes estruturais em trechos de terra na Fazenda Pimenta, em Indaiatuba, interior de São Paulo, e na pista de testes da DaimlerChrysler, em Stuttgart, na Alemanha.

Caminhão posto à prova em situações extremas no Brasil

Na Fazenda Pimenta, utilizada pela empresa desde 1999, os protótipos rodaram 18 horas por dia, meses a fio, nos 17 quilômetros de exclusivas pistas de terra dotadas de severas irregularidades naturais e artificiais, para avaliação de vibrações e torções, durabilidade e fixação de componentes. Estradas de terra são típicas em regiões do interior do Brasil. Nestas condições de operação, a suspensão, cabina, freios e chassi são extremamente solicitados.

Destinado para aplicação em grandes centros urbanos, o **Accelo**, equipado com carga máxima, também enfrentou verdadeiras maratonas de mil a dois mil quilômetros de trânsito urbano pesado no centro de São Paulo. Nesta situação, as características de dirigibilidade, visibilidade, manobrabilidade e eficiência do sistema de freios do caminhão foram rigorosamente avaliadas.

Modelo foi avaliado também no Chile e na Alemanha

Voltado também para o mercado latino americano, o **Accelo** também foi testado no Chile, passando por regiões do deserto de Atacama até extremas altitudes de quase 4.500 metros da Cordilheira dos Andes. Neste caso, o motor e seu sistema de arrefecimento e de eletrônica embarcada puderam ser auferidos com excelente desempenho do veículo.

Na severa pista da DaimlerChrysler em Stuttgart, na Alemanha, o **Accelo** foi submetido a testes de desgaste dos componentes. A pista é dividida em vários trechos. As condições do piso vão se alterando e prejudicando todos os componentes do veículo, como o sistema de suspensão primária e da cabina, direção, chassi, rodas e pneus.

Ainda em Stuttgart, o veículo foi submetido ao teste de imersão na água, conhecido como piscina. O veículo ultrapassa um trecho alagado que simula uma típica condição dos grandes centros urbanos brasileiros em épocas de chuvas.

Na fábrica de Unterturkheim, também na Alemanha, a cabina do **Accelo** passou pelo túnel de vento. A partir dos testes ali realizados a empresa decidiu adotar defletores na cabina para evitar o acúmulo de poeira em locais críticos, como vidros de janelas e espelhos retrovisores. Dessa forma, a sujeira das estradas é deslocada para a parte de baixo do veículo.

Testes de confiabilidade em clientes

Mesmo após os exaustivos testes funcionais, estruturais e de durabilidade, para a validação final do novo produto, é necessária a opinião do usuário final: o cliente. Para isso, foram disponibilizadas algumas unidades dos modelos 715 C e 915 C para serem testadas junto a clientes nas principais aplicações do segmento de veículos leves, com o acompanhamento direto de técnicos e engenheiros da DaimlerChrysler do Brasil.

Esse trabalho visava a investigação das condições reais de operação do veículo em suas diversas aplicações no mercado para coleta de dados e estimativas precisas da confiabilidade de peças e componentes, possibilitando assim a correção de falhas potenciais antes da comercialização do produto.

Veja mais:

[Vídeo da coletiva transmitida ao vivo \(05 de Maio de 2003\)](#)

[Mercedes-Benz lança o novo Accelo para o mercado de caminhões leves](#)

[Novo caminhão Accelo foi totalmente desenvolvido no Brasil](#)

[DaimlerChrysler inova na produção do Accelo](#)

[Os caminhões Accelo Mercedes-Benz chegam ao mercado para agilizar as entregas urbanas](#)

[Novo caminhão Accelo será exportado para a América Latina a partir do segundo semestre do ano](#)

Publicado em:
05 de Maio de 2003